



<http://portaildoc.univ-lyon1.fr>

Creative commons : Paternité - Pas d'Utilisation Commerciale -
Pas de Modification 2.0 France (CC BY-NC-ND 2.0)



<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/2.0/fr>

Université Claude Bernard  Lyon 1

FACULTE DE MEDECINE ET DE MAIEUTIQUE LYON-SUD
CHARLES MERIEUX

Année 2016 N°

Résultats cliniques des neurolyses du nerf ulnaire au coude par technique endoscopique

THESE D'EXERCICE EN MEDECINE

Présentée à l'Université Claude Bernard Lyon 1
Et soutenue publiquement le 21 octobre 2016
En vue d'obtenir le titre de Docteur en Médecine

Par

Morgane Le Chatelier-Riquier
Née le 27 décembre 1988 à *Meudon La Forêt (92)*

Sous la direction du Professeur Guillaume Herzberg

Composition du Jury

Président :

Monsieur le Professeur Guillaume HERZBERG

Assesseurs :

Monsieur le Professeur Michel-Henri FESSY

Monsieur le Professeur Franck CHOTEL

Monsieur le Docteur Yadar IZEM

Organigramme de la faculté

UNIVERSITE CLAUDE BERNARD – LYON 1

2016-2017

. Président de l'Université	Frédéric FLEURY
. Président du Comité de Coordination des Etudes Médicales	Pierre COCHAT
. Directeur Général des Services	Dominique MARCHAND

SECTEUR SANTE

UFR DE MEDECINE LYON EST	Doyen : Gilles RODE
UFR DE MEDECINE ET DE MAIEUTIQUE LYON SUD - CHARLES MERIEUX	Doyen : Carole BURILLON
INSTITUT DES SCIENCES PHARMACEUTIQUES ET BIOLOGIQUES (ISPB)	Directeur : Christine VINCIGUERRA
UFR D'ODONTOLOGIE	Doyen : Denis BOURGEOIS
INSTITUT DES SCIENCES ET TECHNIQUES DE READAPTATION (ISTR)	Directeur : Xavier Perrot
DEPARTEMENT DE FORMATION ET CENTRE DE RECHERCHE EN BIOLOGIE HUMAINE	Directeur : Anne-Marie SCHOTT

SECTEUR SCIENCES ET TECHNOLOGIE

UFR DE SCIENCES ET TECHNOLOGIES	Directeur : Fabien DE MARCHI
UFR DE SCIENCES ET TECHNIQUES DES ACTIVITES PHYSIQUES ET SPORTIVES (STAPS)	Directeur : Yannick VANPOULLE
POLYTECH LYON	Directeur : Emmanuel PERRIN
I.U.T. LYON 1	Directeur : Christophe VITON
INSTITUT DES SCIENCES FINANCIERES ET ASSURANCES (ISFA)	Directeur : Nicolas LEBOISNE
OBSERVATOIRE DE LYON	Directeur : Isabelle DANIEL
ECOLE SUPERIEUR DU PROFESSORAT ET DE L'EDUCATION (ESPE)	Directeur Alain MOUGNIOTTE

Liste des Professeurs de la faculté

U.F.R. FACULTE DE MEDECINE ET DE MAIEUTIQUE LYON SUD-CHARLES MERIEUX

PROFESSEURS DES UNIVERSITES - PRATICIENS HOSPITALIERS (Classe exceptionnelle)

BERGERET Alain	Médecine et Santé du Travail
BROUSSOLLE Emmanuel	Neurologie
BURILLON-LEYNAUD Carole	Ophtalmologie
CHIDIAC Christian	Maladies infectieuses ; Tropicales
COIFFIER Bertrand	Hématologie ; Transfusion
DUBREUIL Christian	O.R.L.
FLOURIE Bernard	Gastroentérologie ; Hépatologie
FOUQUE Denis	Néphrologie
GILLY François-Noël	Chirurgie générale
GOLFIER François	Gynécologie Obstétrique ; gynécologie médicale
GUEUGNIAUD Pierre-Yves	Anesthésiologie et Réanimation urgence
LAVILLE Martine	Nutrition
LAVILLE Maurice	Thérapeutique
MALICIER Daniel	Médecine Légale et Droit de la santé
MATILLON Yves	Epidémiologie, Economie Santé et Prévention
MORNEX Françoise	Cancérologie ; Radiothérapie
MOURIQUAND Pierre	Chirurgie infantile
NICOLAS Jean-François	Immunologie
PEIX Jean-Louis	Chirurgie Générale
SALLES Gilles	Hématologie ; Transfusion
SAMARUT Jacques	Biochimie et Biologie moléculaire
SIMON Chantal	Nutrition
THIVOLET Charles	Endocrinologie et Maladies métaboliques
VALETTE Pierre Jean	Radiologie et imagerie médicale
VIGHETTO Alain	Neurologie

PROFESSEURS DES UNIVERSITES - PRATICIENS HOSPITALIERS (1ère Classe)

ADHAM Mustapha	Chirurgie Digestive
ANDRE Patrice	Bactériologie – Virologie
BERARD Frédéric	Immunologie
BONNEFOY Marc	Médecine Interne, option Gériatrie
BONNEFOY- CUDRAZ Eric	Cardiologie
BROUSSOLLE Christiane	Médecine interne ; Gériatrie et biologie vieillissement
CAILLOT Jean Louis	Chirurgie générale
CERUSE Philippe	O.R.L.
DES PORTES DE LA FOSSE Vincent	Pédiatrie
ECOCHARD René	Bio-statistiques
FESSY Michel-Henri	Anatomie
FLANDROIS Jean-Pierre	Bactériologie – Virologie ; Hygiène hospitalière
FRANCK Nicolas	Psychiatrie Adultes
FREYER Gilles	Cancérologie ; Radiothérapie
GEORGIEFF Nicolas	Pédopsychiatrie
GIAMMARILE Francesco	Biophysique et Médecine nucléaire
GLEHEN Olivier	Chirurgie Générale
JOUANNEAU Emmanuel	Neurochirurgie
KIRKORIAN Gilbert	Cardiologie
LANTELME Pierre	Cardiologie
LEBECQUE Serge	Biologie Cellulaire
LINA Gérard	Bactériologie
LLORCA Guy	Thérapeutique
LONG Anne	Chirurgie vasculaire

LUAUTE Jacques	Médecine physique et Réadaptation
MAGAUD Jean-Pierre	Hématologie ; Transfusion
PEYRON François	Parasitologie et Mycologie
PICAUD Jean-Charles	Pédiatrie
PIRIOU Vincent	Anesthésiologie et réanimation chirurgicale
POUTEIL-NOBLE Claire	Néphrologie
PRACROS J. Pierre	Radiologie et Imagerie médicale
RODRIGUEZ-LAFRASSE Claire	Biochimie et Biologie moléculaire
SAURIN Jean-Christophe	Hépatogastroentérologie
TEBIB Jacques	Rhumatologie
THOMAS Luc	Dermato-Vénérologie
TRILLET-LENOIR Véronique	Cancérologie ; Radiothérapie

PROFESSEURS DES UNIVERSITES - PRATICIENS HOSPITALIERS (2ème Classe)

BARREY Cédric	Neurochirurgie
BOHE Julien	Réanimation urgence
BOULETREAU Pierre	Chirurgie maxillo-faciale et stomatologie
CHAPET Olivier	Cancérologie, radiothérapie
CHOTEL Franck	Chirurgie Infantile
COTTE Eddy	Chirurgie générale
DAVID Jean Stéphane	Anesthésiologie et Réanimation urgence
DEVOUASSOUX Gilles	Pneumologie
DISSE Emmanuel	Endocrinologie diabète et maladies métaboliques
DORET Muriel	Gynécologie-Obstétrique ; gynécologie médicale
DUPUIS Olivier	Gynécologie-Obstétrique ; gynécologie médicale
FARHAT Fadi	Chirurgie thoracique et cardiovasculaire
FEUGIER Patrick	Chirurgie Vasculaire
FRANCO Patricia	Physiologie
GHESQUIERES Hervé	Hématologie
KASSAI KOU PAI Berhouz	Pharmacologie Fondamentale, Clinique
LASSET Christine	Epidémiologie., éco. santé
LEGER FALANDRY Claire	Médecine interne, gériatrie
LIFANTE Jean-Christophe	Chirurgie Générale
LUSTIG Sébastien	Chirurgie. Orthopédique,
MOJALLAL Alain-Ali	Chirurgie. Plastique.,
NANCEY Stéphane	Gastro Entérologie
PAPAREL Philippe	Urologie
PIALAT Jean-Baptiste	Radiologie et Imagerie médicale
POULET Emmanuel	Psychiatrie Adultes
REIX Philippe	Pédiatrie
RIOUFFOL Gilles	Cardiologie
SALLE Bruno	Biologie et Médecine du développement et de la reproduction
SANLAVILLE Damien	Génétique
SERVIEN Elvire	Chirurgie Orthopédique
SEVE Pascal	Médecine Interne, Gériatrique
TAZAROURTE Karim	Thérapeutique
THAI-VAN Hung	Physiologie
THOBOIS Stéphane	Neurologie
TRAVERSE-GLEHEN Alexandra	Anatomie et cytologie pathologiques
TRINGALI Stéphane	O.R.L.
TRONC François	Chirurgie thoracique et cardio.
WALLON Martine	Parasitologie mycologie
WALTER Thomas	Gastroentérologie - Hépatologie

PROFESSEURS ASSOCIES

FILBET Marilène	Thérapeutique
LESURTEL Mickaël	Chirurgie générale
SOUQUET Pierre-Jean	Pneumologie

PROFESSEUR DES UNIVERSITES - MEDECINE GENERALE

DUBOIS Jean-Pierre

PROFESSEURS ASSOCIES - MEDECINE GENERALE

DUPRAZ Christian
ERPELDINGER Sylvie

PROFESSEURS ASSOCIES SCIENCES ET TECHNOLOGIES - MEDECINE GENERALE

BONIN Olivier

MAITRES DE CONFERENCES DES UNIVERSITES - PRATICIENS HOSPITALIERS (Hors Classe)

ARDAIL Dominique	Biochimie et Biologie moléculaire
BOUVAGNET Patrice	Génétique
CHARRIE Anne	Biophysique et Médecine nucléaire
DELAUNAY-HOUZARD Claire	Biophysique et Médecine nucléaire
LORNAGE-SANTAMARIA Jacqueline	Biologie et Médecine du développement et de la reproduction
MASSIGNON Denis	Hématologie – Transfusion
RABODONIRINA Méja	Parasitologie et Mycologie
VAN GANSE Eric	Pharmacologie Fondamentale, Clinique
VIART-FERBER Chantal	Physiologie

MAITRES DE CONFERENCES DES UNIVERSITES – PRATICIENS HOSPITALIERS (1ère Classe)

BELOT Alexandre	Pédiatrie
BREVET Marie	Anatomie et Cytologie pathologiques
CALLET-BAUCHU Evelyne	Hématologie ; Transfusion
COURAUD Sébastien	Pneumologie
DECAUSSIN-PETRUCCI Myriam	Anatomie et cytologie pathologiques
DJOUUD Frédérique	Anatomie et Cytologie pathologiques
DUMITRESCU BORNE Oana	Bactériologie Virologie
GISCARD D'ESTAING Sandrine	Biologie et Médecine du développement et de la reproduction
MILLAT Gilles	Biochimie et Biologie moléculaire
PERROT Xavier	Physiologie
PONCET Delphine	Biochimie, Biologie moléculaire
RASIGADE Jean-Philippe	Bactériologie – Virologie ; Hygiène hospitalière

MAITRES DE CONFERENCES DES UNIVERSITES - PRATICIENS HOSPITALIERS (2ème Classe)

BRUNEL SCHOLTES Caroline	Bactériologie virologie ; Hyg.hosp.
COURY LUCAS Fabienne	Rhumatologie
DESESTRET Virginie	Cytologie – Histologie
FRIGGERI Arnaud	Anesthésiologie

LEGA Jean-Christophe
LOPEZ Jonathan
MAUDUIT Claire
MEWTON Nathan
NOSBAUM Audrey
VUILLEROT Carole

Thérapeutique
Biochimie Biologie Moléculaire
Cytologie – Histologie
Cardiologie
Immunologie
Médecine Physique Réadaptation

MAITRES DE CONFERENCES ASSOCIES – MEDECINE GENERALE

CHANELIERE Marc
PERDRIX Corinne

PROFESSEURS EMERITES

*Les Professeur émérites peuvent participer à des jurys de thèse ou d'habilitation.
Ils ne peuvent pas être président du jury.*

ANNAT Guy
BELLON Gabriel
BERLAND Michel
CARRET Jean-Paul
DALERY Jean
FABRY Jacques
MOYEN Bernard
PACHECO Yves
PERRIN Paul

Physiologie
Pédiatrie
Gynécologie-Obstétrique ; gynécologie médicale
Anatomie - Chirurgie orthopédique
Psychiatrie Adultes
Epidémiologie
Chirurgie Orthopédique
Pneumologie
Urologie

Serment d'Hippocrate

Je promets et je jure d'être fidèle aux lois de l'honneur et de la probité dans l'exercice de la Médecine.

Je respecterai toutes les personnes, leur autonomie et leur volonté, sans discrimination.

J'interviendrai pour les protéger si elles sont vulnérables ou menacées dans leur intégrité ou leur dignité. Même sous la contrainte, je ne ferai pas usage de mes connaissances contre les lois de l'humanité.

J'informerai les patients des décisions envisagées, de leurs raisons et de leurs conséquences. Je ne tromperai jamais leur confiance.

Je donnerai mes soins à l'indigent et je n'exigerai pas un salaire au dessus de mon travail.

Admis dans l'intimité des personnes, je tairai les secrets qui me seront confiés et ma conduite ne servira pas à corrompre les mœurs.

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

Je préserverai l'indépendance nécessaire et je n'entreprendrai rien qui dépasse mes compétences. Je perfectionnerai mes connaissances pour assurer au mieux ma mission.

Que les hommes m'accordent leur estime si je suis fidèle à mes promesses. Que je sois couvert d'opprobre et méprisé si j'y manque.

Remerciements

A notre Maître et président de thèse :

Monsieur le Professeur Guillaume HERZBERG,

Nous vous remercions de nous avoir permis de réaliser ce travail.

Nous sommes fiers d'apprendre la chirurgie du membre supérieur à vos côtés au sein d'un service de reconnaissance internationale.

Vous nous faites l'honneur de nous accueillir dans votre équipe pour la fin de notre formation ; nous espérons nous montrer digne de la confiance que vous nous accordez.

Soyez assuré de notre profond respect et de notre plus grande reconnaissance.

A notre Maître et juge :

Monsieur le Professeur Michel-Henri FESSY,

Nous sommes heureux d'avoir travaillé à vos côtés au sein de votre équipe dynamique et nous sommes admiratifs de la qualité de votre enseignement.

Vous nous faites l'honneur de juger ce travail.

Soyez assuré de notre profond respect et sincère gratitude.

A notre Maître et juge :

Monsieur le Professeur Franck CHOTEL,

Nous sommes heureux d'avoir découvert la chirurgie orthopédique pédiatrique à vos côtés. Vous nous avez ouvert les portes de votre spécialité et nous avons été impressionné par vos qualités tant chirurgicales qu'humaines au cours de notre passage au sein de votre équipe.

Nous vous sommes reconnaissant de juger ce travail de thèse.

Soyez assuré de notre profond respect.

A notre Maître et juge :

Monsieur le Docteur Yadar IZEM,

Vous faites partie de ces personnes qui laissent penser que les journées durent plus de 24 heures. Nous avons beaucoup appris à vos côtés et nous avons apprécié votre rigueur et votre application au quotidien.

Vous nous faites l'honneur de juger ce travail de thèse.

Soyez assuré de notre admiration et de notre profond respect.

A nos Maîtres d'internat,

Monsieur le Professeur Michel Neyret
Monsieur le Docteur Hervé Arnould
Monsieur le Docteur François Saussac
Monsieur le Docteur Samuel Ferry
Monsieur le Docteur Arnauld Bouacida
Monsieur le Professeur Sebastien Lustig
Madame le Professeur Elvire Servien
Monsieur le Professeur Remi Kohler
Madame le Docteur Alice Fassier
Madame le Docteur Kariman Abelin – Genevois
Monsieur le Docteur Vincent Cunin
Monsieur le Docteur Romain Desmarchelier
Monsieur le Docteur Jean-Luc Besse
Monsieur le Docteur Anthony Viste
Monsieur le Professeur Raphaël Vialle
Monsieur le Professeur Franck Fitoussi
Monsieur le Docteur Pierre Mary
Monsieur le Docteur Alexandre Jacquel
Monsieur le Docteur Vincent Pibarot
Monsieur le Docteur Julien Wegrzyn
Monsieur le Docteur Willaume Guicherd
Monsieur le Docteur Grégoire Bonjean

A nos chefs de clinique,

Madame le Docteur Marion Burnier
Monsieur le Docteur Maximilien Arnal
Monsieur le Docteur Antoine Marc
Madame le Docteur Marion Bricout
Madame le Docteur Marie Le Goff
Monsieur le Docteur Saro Tamzejian
Monsieur le Docteur Mickael Benassayag
Madame le Docteur Reeta Wihlm
Madame le Docteur Manon Bachy
Madame le Docteur Jihanne Rouissi
Madame le Docteur Mira Ramanoudjane
Monsieur le Docteur Stanislas Gunst
Monsieur le Docteur Philippe Chaudier
Monsieur le Docteur Tanguy Mouton
Monsieur le Docteur Thibault Vermersch
Monsieur le Docteur Abdou Merini
Monsieur le Docteur Alexandre Di Iorio
Monsieur le Docteur Florent Franck
Monsieur le Docteur Hervé Ouanezar
Monsieur le Docteur Sébastien Raux
Madame le Docteur Clémence Pfirrmann

A ceux qui ont inspiré notre vocation chirurgicale,

Monsieur le Docteur Jean-François Perre
Monsieur le Docteur Stéphane Romano
Monsieur le Professeur Philippe Wicart

A mes collègues et amis,

A mes co-internes, Adrien, Charles, Tanguy, Matthieu, Cécile, Eloïse, Gaël, Lorenzo, Antoine, Romain, la petite et la grande Lulu, Thomas, Yannick, Cyril, Sylvain et les plus jeunes et même Louis l'angevin...

A notre famille d'adoption lyonnaise, Yuni, Hugo, Pauline, Simo, Adrien, Raph, Tanguy, Marie, Camille, Romain, Aurore, Stan et Jojo, Hélène, Bérénice et Manu, Christophe, Valérie et Flo...

A ceux qu'on a laissé à Paris mais loin d'avoir oublié, Claire, Damien, Céline, Charles, Capucine, Charlot, Géraldine, Soline, Géraud, Jean, Aymeric, Tati, Marion, Camion, Nico, Louise et Edouard ...

A Arthur et Edward, merci de nous avoir supportés pendant toutes ces années de labeur. Votre amitié est un cadeau qu'on redécouvre tous les jours...

A Charles, témoin du grand jour et toujours à nos côtés, encore merci pour ton accueil au pays des Gones.

A Adrien, l'homme idéal n'existe pas ? Si ; mais il suffit juste d'ouvrir les yeux pour le voir...

A mes sous colleuses, Elisabeth et Alix, we are titanium. A Elisabeth, tu es toujours là pour moi. Ne t'éloignes pas..

A ma famille,

A Damien, merci pour ton soutien et ton amour au quotidien. A la fois le mari attentionné, le meilleur ami compréhensif, l'épaule solide toujours disponible et bientôt le papa parfait, tu me combles de bonheur... Que la vie nous garde toujours unis.

A Caroline, il n'y a rien de plus merveilleux au monde que sa maman... Toujours à l'écoute, tu es un soutien pour chaque nouveau projet, chaque nouveau défi. Ton amour me donne des ailes et j'ai toujours pu avancer sans avoir peur de tomber. Mon plus beau témoignage sera d'offrir à mes enfants la même confiance dans la vie.

A Baboune, le banc des remplaçants comptait pour nous un bien meilleur joueur que celui qui nous avait été destiné. Modèle de père et de médecin, tu m'as beaucoup appris et surtout beaucoup donné... Que la vie me permette de te remercier un jour.

A Ma, la chef iconique du clan Nebout... Tu es pour nous une source inépuisable d'amour et d'inspiration. Grâce à toi, je sais que rien n'est impossible et qu'il faut savoir faire feu de tout bois. Tu es toujours au cœur de mes pensées.

A Sixtine, petite sœur dévouée et toujours là pour me guider alors que ça aurait du être l'inverse. Tu es bien loin maintenant mais toujours aussi présente dans mon cœur. Continue de construire ton fabuleux destin...

A Axelle, mon double terrible, que de moments incroyables partagés. Que les années passent sans emporter nos rires ni notre fougue. Ne change pas...

A mes quasis frères et sœurs, Amalia, Caro et Tibo, merci de notre belle famille recomposée.

A mes beaux frères et sœurs, Nico, Gasp, Sara, (Thibault II), Lydie, Guillaume, Mathieu et Virginie, que la famille reste notre priorité...

A mes célèbres beaux parents, Véronique et Michel, quel exemple ! Stay forever young...

A Manuel, qui m'a aidée au jour le jour à taper chaque lettre sur mon ordinateur...

Qu'ils trouvent ici le témoignage de tout mon amour...

Plan

<u>Composition du Jury</u>	2
<u>Organigramme de la faculté</u>	3
<u>Liste des Professeurs de la faculté</u>	4
<u>Serment d'Hippocrate</u>	8
<u>Remerciements</u>	9
<u>Plan</u>	17
I. Introduction	20
II. Abréviations	22
III. Généralités	23
A. <i>Rappels anatomiques du nerf ulnaire</i>	23
1. Anatomie macroscopique	23
a. Origine	23
b. Trajet	24
c. Terminaisons	26
d. Branches collatérales	27
2. Anatomie microscopique	28
3. Territoires innervés	30
B. <i>Rapports anatomiques et danger de la chirurgie</i>	31
C. <i>Physiopathologie des compressions ulnaires</i>	33
1. Tunnel ulnaire	33
2. Vascularisation du nerf	46
3. Biomécanique	47
a. Modification du tunnel ulnaire pendant la flexion du coude	48
b. Excursion longitudinale du nerf	50
c. Translation médiane	51
d. Facteurs anatomiques	52
e. Facteurs acquis	52
f. Facteurs histologiques : fibrose péri et intra neurale	53
g. Facteurs adaptatifs	53
4. Double crush syndrome	54
5. Anatomie pathologique microscopique	55
D. <i>Etiologie</i>	58
1. Forme primitive	58
2. Forme post traumatique	58
3. Forme secondaire	59
E. <i>Epidémiologie</i>	59
F. <i>Diagnostic de neuropathie ulnaire</i>	60
1. Clinique	60
a. Troubles sensitifs	60
b. Troubles moteurs	61
2. Formes cliniques	65
3. Paraclinique	66
a. Radiographie standard	66
b. EMG	66
c. Echographie	69
d. IRM	72
G. <i>Diagnostic différentiel</i>	72
H. <i>Classifications</i>	73
I. <i>Traitement non chirurgical</i>	76

1. Indication	76
2. Principes	77
3. Résultats	77
<i>J. Traitement chirurgical</i>	79
1. Indication du traitement chirurgical	80
2. Voie d'abord	81
3. Présentation des techniques chirurgicales à ciel ouvert	82
a. Transposition antérieure du nerf ulnaire	82
b. Neurolyse in situ	84
c. Epicondylectomie médiale	86
4. Choix de la technique	89
5. Complications des techniques à ciel ouvert	92
6. Récurrence et échec	93
<i>K. Focus sur la technique endoscopique</i>	94
1. Histoire	94
2. Indication	95
3. Description des techniques endoscopiques	96
a. Approche en vue endo canalaire	96
b. Approche en vue aeriennne	105
c. Autres techniques	108
d. Choix de la technique endoscopique	110
4. Résultats	112
5. Technique robotique, perspectives futures	114
IV. Matériel et méthodes	115
<i>A. Critères d'inclusion</i>	115
<i>B. Recueil des données pré opératoires</i>	115
1. Données consignées en pré opératoire	116
2. Série	116
<i>C. Technique chirurgicale</i>	118
<i>D. Critères d'analyse des données</i>	119
1. Présentation des critères d'analyse des données	119
2. Données démographiques	124
3. Données sur l'intervention chirurgicale	126
4. Données au dernier suivi clinique	128
5. Données au dernier contact téléphonique	129
<i>E. Analyse statistique</i>	130
1. Descriptive	130
2. Comparative	130
V. Résultats	131
<i>A. Complications</i>	131
<i>B. Résultats cliniques</i>	131
1. Douleur post opératoire	132
2. Score de Bishop	132
3. Reprise des activités professionnelles	133
4. Signes fonctionnels résiduels	133
5. Evaluation subjective globale des patients	134
6. Corrélacion avec le score de Mc Gowan pré opératoire	135
7. Corrélacion avec le tabagisme	135
8. Analyse multi variée	137
VI. Discussion	138
<i>A. Comparaison des techniques endoscopiques aux techniques à ciel ouvert</i>	140
1. Résultats de la décompression in situ	140
2. Résultats de la décompression endoscopique	141

a.	Résultats cliniques	141
b.	Complications de l'endoscopie	144
c.	Limites de l'endoscopie	148
d.	Longueur de la décompression : but de l'endoscopie	151
e.	Bénéfices de l'endoscopie	154
f.	Pousser les indications en endoscopie	164
3.	Etudes comparatives entre techniques à ciel ouvert et endoscopiques	169
B.	<i>Comparaison des techniques endoscopiques entre elles</i>	176
C.	<i>Comparaison de notre série aux techniques endoscopiques Tsai - Cobb</i>	180
1.	Résultats	180
2.	Limites	182
3.	Points forts	182
VII.	Conclusion	183
VIII.	Références bibliographiques	185

I. Introduction

Le nerf ulnaire (cubital dans l'ancienne nomenclature) est essentiel à la fonction de la main, notamment de préhension. Le syndrome de compression du nerf ulnaire au coude est le deuxième syndrome canalaire le plus fréquent au membre supérieur après la compression du nerf médian au canal carpien. Il touche environ 24,7/100'000 personnes (0,025%) par an dans les pays développés d'après une étude réalisée à Sienne en 2005 (1).

La vulnérabilité du nerf ulnaire était connue depuis le XIX^e siècle. La première description de la paralysie du nerf ulnaire au coude a été rapportée par Earle en 1816. Puis Panas fait le premier le lien en 1878 entre compression ulnaire au coude et neuropathie ulnaire clinique chez trois patients.

Cependant, on lui prêtait plus volontiers une origine post traumatique ou dégénérative. Les traitements décrits mettaient l'accent sur l'importance de libérer le nerf ulnaire des tissus cicatriciels et de le transposer à distance de la zone traumatisée. Et c'est en 1957 qu'Osborne (2) décrit le concept de neuropathie compressive du nerf ulnaire au coude ou cubital tunnel syndrome. Ce travail est confirmé par les travaux anatomiques de Feindel et Stratford en 1958 (3) qui décrivent le tunnel dans lequel le nerf semble comprimé et qui portera le nom d'arcade d'Osborne. Osborne montre également que l'ouverture de ce tunnel permet lors de ces souffrances neurologiques atraumatiques, d'obtenir d'aussi bons résultats que ceux retrouvés dans la transposition du nerf ulnaire, technique utilisée au début du siècle.

Tous les milieux sont touchés par cette pathologie qui semble augmenter depuis quelques décennies. En effet, une meilleure connaissance de son tableau clinique et une évolution des modes de vie sont à l'origine de cette tendance. Le travail à la chaîne, répétitif, ou le travail sédentaire devant un ordinateur ainsi que certaines activités sportives de lancé, de bricolage ou de musique sont à l'origine du développement de syndrome canalaire de ce type. L'impact socio économique est important en terme de coûts de santé, de durée d'arrêt de travail voir de déclaration d'incapacité. Et il se pose régulièrement la question de la reconnaissance de cette pathologie en maladie professionnelle.

La prise en charge du syndrome ulnaire au coude ne fait pas l'unanimité. Il semble qu'il y ait un consensus pour essayer un traitement conservateur pour des syndromes ulnaires primitifs peu sévères. En cas d'échec, il est possible de proposer un traitement chirurgical qui peut consister en une libération in situ, une transposition antérieure ou une épicondylectomie. A l'instar de la percée des techniques endoscopiques depuis quelques décennies pour la libération du nerf médian au poignet, de nouvelles techniques endoscopiques ont été décrites pour la libération du nerf ulnaire au coude depuis 1995. Elles semblent avoir l'avantage d'un geste court, non invasif et non risqué pour le patient. Cependant, aucune étude n'a montrée leur supériorité.

L'objectif de ce travail de thèse est d'évaluer les résultats cliniques avec un recul important de la technique de libération endoscopique du nerf ulnaire au coude selon la technique de Cobb.

II. Abréviations

FCU : *Flexor Carpi Ulnaris*

FDP : *Flexor Digitorum Profundus*

FCS : *Flexor Digitorum Superficialis*

FCR : *Flexor Carpi Radialis*

PL : *Palmaris Longus*

APB : *Abductor Pollicis Brevis*

NCMAB : *Nerf Cutané Médial de l'Avant Bras*

EMG : Electro Myo Gramme

CC : Canal Carpien

TU : Tunnel Ulnaire

III. Généralités

A. Rappels anatomiques du nerf ulnaire

1. Anatomie macroscopique

Le nerf ulnaire est un des trois principaux nerfs du membre supérieur avec le nerf radial et le nerf médian. C'est une branche terminale du plexus brachial. Ses fibres sont issues des racines C8 et T1. Il s'agit d'un nerf mixte, moteur et sensitif, qui assure l'innervation de l'avant bras et de la main.

a. Origine

Le nerf ulnaire est une branche terminale du plexus brachial issu des rameaux ventraux des nerfs spinaux C8 et T1. Ces deux nerfs spinaux s'anastomosent pour former le tronc primaire inférieur. Ce dernier se divise en deux contingents : un antérieur qui va former le faisceau médial et un postérieur qui va participer à la formation du faisceau postérieur avec les divisions postérieures des troncs primaires supérieur et moyen. Le tronc secondaire antero médial, lui, se divise en deux branches terminales, le nerf ulnaire et un contingent de fibres qui rejoindront un autre contingent venant du faisceau antero-latéral pour former le nerf médian.

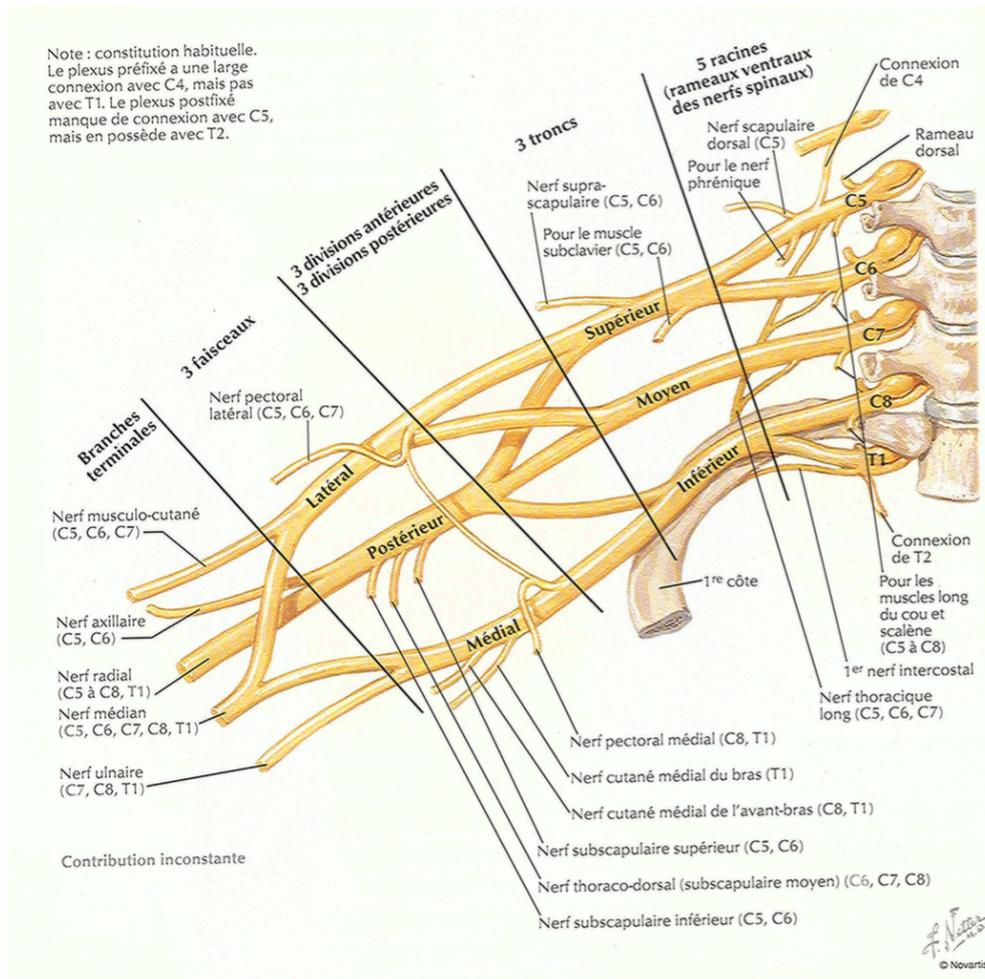


Figure 1 Schématisation du plexus brachial.

*Reproduction tirée de l'Atlas d'anatomie humaine
4^{ème} édition
Franck H Netter*

b. Trajet

Le nerf ulnaire naît dans la fosse axillaire en arrière du muscle petit pectoral puis chemine dans le segment brachial en se dirigeant médialement et en arrière de l'humérus. Il suit le même trajet que l'artère axillaire jusqu'au milieu de l'avant bras où il traverse le septum intermusculaire médial. Il descend en arrière de celui-ci et en avant du chef médial du triceps brachial jusqu'à l'épitrôchlée. Au niveau du coude, il passe en arrière de l'épicondyle médial dans la gouttière épitrôchléo olécrânienne puis revient dans la partie antérieure au plan osseux dans le segment ante brachial en passant sous l'arcade du muscle fléchisseur ulnaire du carpe. Il chemine à l'avant bras médialement par rapport à l'artère ulnaire sous le muscle fléchisseur ulnaire du carpe jusqu'au poignet où il se situe sous le bord radial de son tendon. Il se divise en une branche dorsale et une branche palmaire à 5 cm en amont du poignet. La branche

dorsale passe sous le tendon du FCU, fais le tour du col de l'ulna et innerve la face dorsale du bord ulnaire de la main. La branche palmaire arrive dans la main en passant sous le rétinaculum des fléchisseurs au poignet dans un dédoublement du canal carpien, médial à ce dernier, bordé par le pisiforme, appelée la loge de Guyon, accompagnée par l'artère ulnaire, et se divise en deux branches : une superficielle et une profonde.

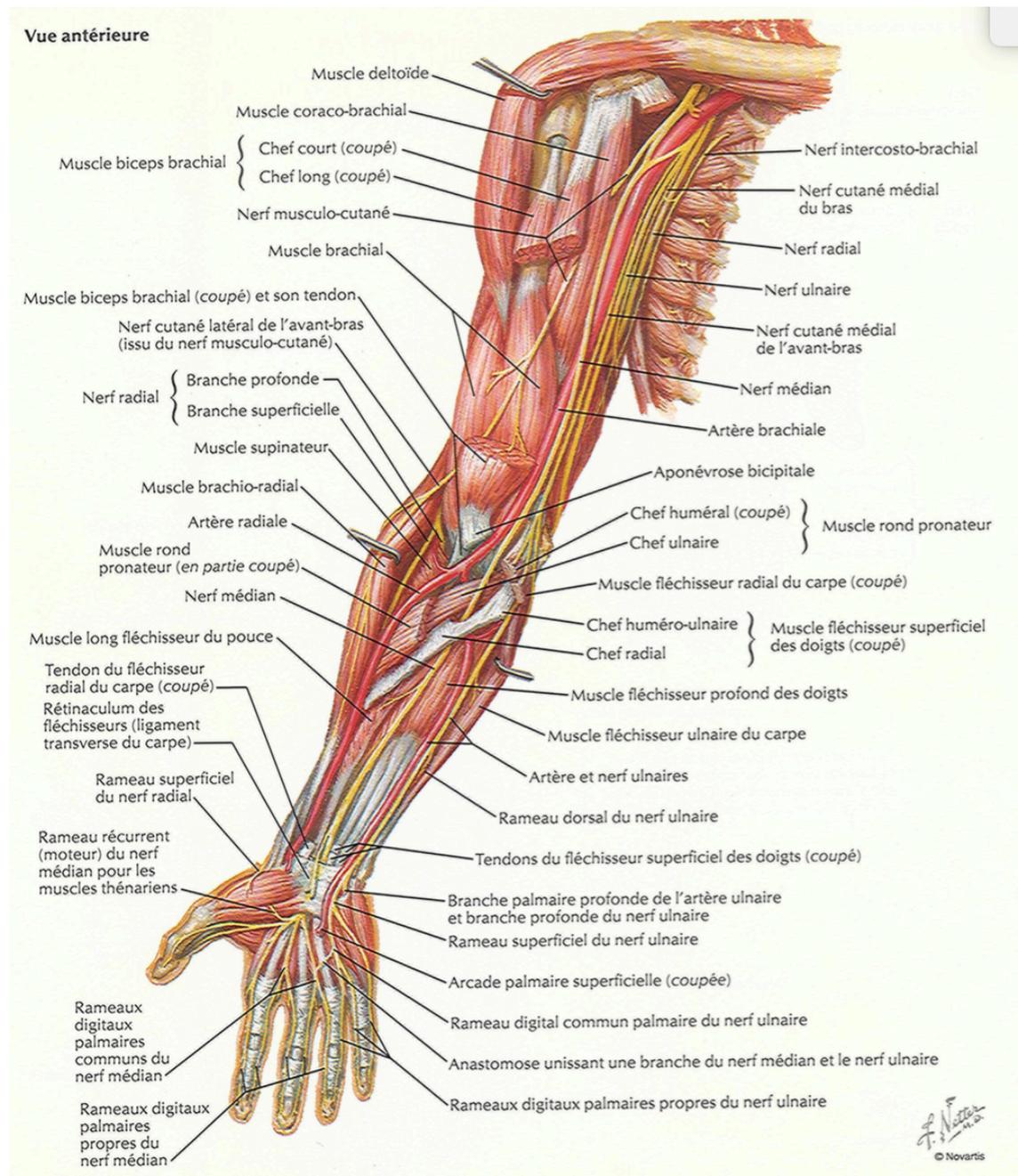


Figure 2 Planche anatomique des nerfs du membre supérieur.

*Reproduction tirée de l'Atlas d'anatomie humaine
4^{ème} édition
Franck H Netter*

c. Terminaisons

Branches terminales

- branche superficielle qui accompagne l'artère ulnaire
 - muscle palmaris brevis
 - nerf digital palmaire propre de D5
 - nerf digital palmaire commun du 4^{ème} espace
- branche profonde qui accompagne l'arcade palmaire profonde
 - muscles hypothénariens (muscles abducteur, court fléchisseur et opposant du V)
 - muscles interosseux palmaires
 - muscles interosseux dorsaux
 - 3^{ème} et 4^{ème} muscles lombricaux
 - muscle thénariens (muscles adducteur du pouce et chef profond du court fléchisseur du pouce)

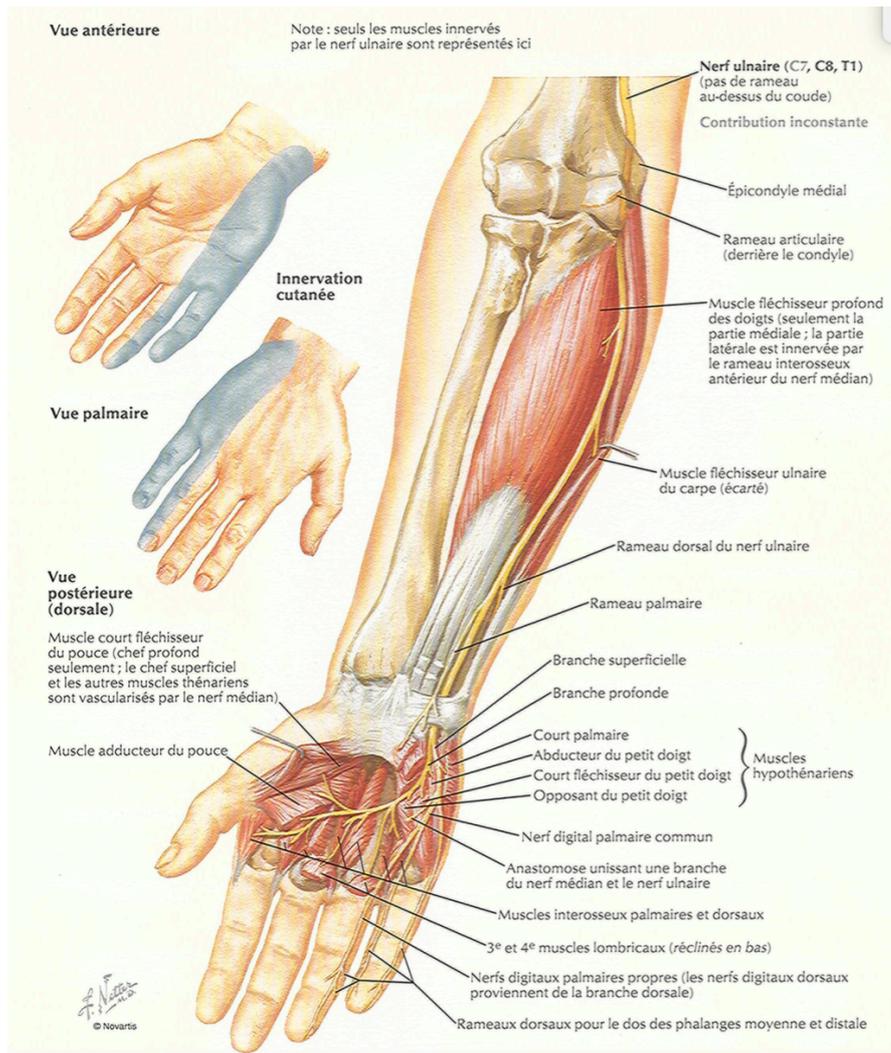


Figure 3 Planche anatomique du nerf ulnaire à l'avant bras.

*Reproduction tirée de l'Atlas d'anatomie humaine
4^{ème} édition
Franck H Netter*

d. Branches collatérales

- rameaux articulaires du coude
- rameaux musculaires :
 - fléchisseur ulnaire du carpe
 - fléchisseur profond des doigts (3^{ème} et 4^{ème} chef à destinée de D4 et D5)
- nerfs digitaux dorsaux commun du 3^{ème} et du 4^{ème} espace
- rameau palmaire sensitif hypothénarien

2. Anatomie microscopique

Dans l'étude de Green et Rayan (4), les auteurs ont analysé la cartographie du nerf ulnaire autour du coude en sectionnant tous les 5 mm le nerf ulnaire sur tout son trajet autour du coude chez plusieurs cadavres frais. L'analyse histologique de ces tranches de section a montré un changement de la structure fasciculaire du nerf autour du coude. En amont du tunnel ulnaire, le nerf présente une moyenne de 11 fascicules 3 cm au dessus de l'épicondyle médial. Ce nombre diminue à une moyenne de 8 fascicules au niveau de l'épicondyle médial (4 larges et 4 petits) puis augmente à nouveau à partir de 3 cm en aval de l'épicondyle médial pour atteindre selon les auteurs une moyenne de 13 fascicules 5 cm en aval de l'épicondyle médial. De plus le tissu conjonctif périneural est plus épais et plus consistant au niveau de l'épicondyle et dans les 3 cm distaux, là où la structure nerveuse est la plus oligofasciculaire.

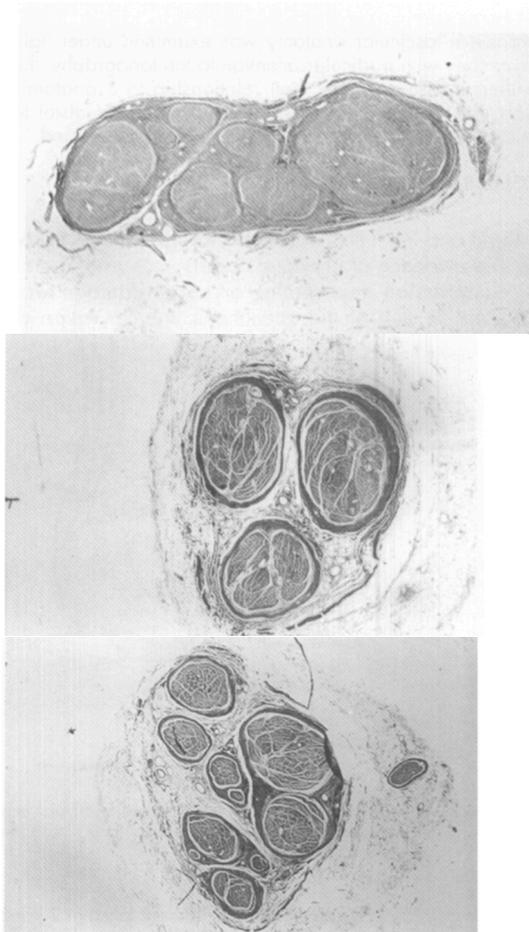


Figure 4 Coupes histologiques du nerf ulnaire.

- *en proximal de l'épicondyle médial*
- *au niveau de l'épicondyle médial*
- *en distal de l'épicondyle médial*

Image issue de l'article original de Green et Rayan (4).

Sunderland (5) a également étudié l'anatomie topographique du nerf ulnaire au niveau du tunnel ulnaire au coude dans ces travaux sur le nerf périphérique. Il a également constaté que le nerf avait une structure polyfasciculaire en amont de l'épicondyle médial. Puis que ces fascicules s'unifiaient au niveau de l'épicondyle médial pour ne former que 2 ou 3 gros fascicules. La diminution du nombre de fascicule du nerf ulnaire au niveau du tunnel ulnaire ostéo fibreux semble être un mécanisme protecteur contre les forces compressives. Cette distribution se poursuit également sous le tunnel ulnaire distal, sous l'aponévrose d'Amadio et Beckenhaus, ce qui nous conforte sur le fait qu'il s'agit également d'un site de compression chronique probable du nerf ulnaire. Distalement à cette aponévrose, le nerf retrouve sa structure polyfasciculaire selon l'étude de Green et Rayan, confortant cette hypothèse.

Sunderland étudia également la cartographie du nerf au niveau du tunnel ulnaire et retrouva que les fibres nerveuses motrices à destinée au FCU et au FDP étaient situées plus profondément tandis que les fibres sensibles et les fibres motrices à destinée des muscles intrinsèques de la main étaient plus superficielles. En conséquence, une compression de la partie la plus superficielle du nerf engendrera plutôt des troubles sensitifs et une paralysie des muscles intrinsèques de la main tout en respectant l'innervation des muscles de l'avant bras.

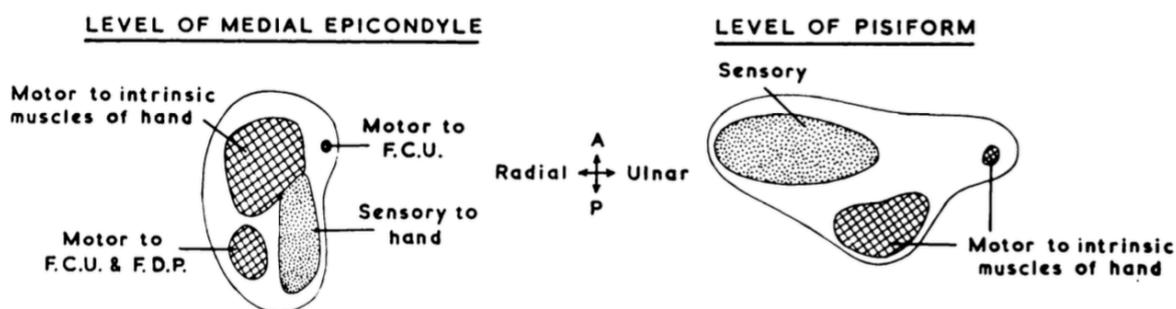


FIG. 4

Intraneural relationships of nerve bundles within the ulnar nerve at elbow and wrist levels (adapted from Sunderland 1945). (F.C.U. = Flexor carpi ulnaris; F.D.P. = flexor digitorum profundus.)

Figure 5 Schématisation des fascicules nerveux et de leur position au sein du nerf ulnaire en fonction de leur rôle, au niveau de l'épicondyle médial et au niveau du pisiforme. Image issue de l'article original de Sunderland (5).

3. Territoires innervés

Territoire moteur :

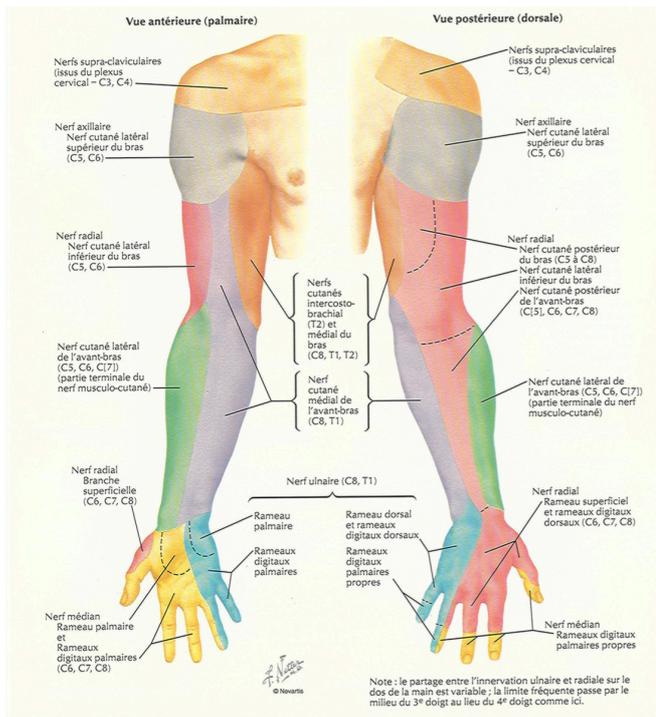
Il s'agit du nerf des fonctions fines de la main et de la préhension.

- Flexor carpi ulnaris : flexion ulnaire et adduction du poignet
- Flexor digitus profundis : flexion de P3 sur P2 de D4 et D5
- Muscles intrinsèques de la main : flexion des metacarpo-phalangiennes et extension des inter phalangiennes proximales et distales, flexion et adduction du pouce, adduction/abduction des doigts, adduction et opposition de D5.

Territoire sensitif :

- Face palmaire et dorsale de D5 et de la moitié ulnaire de D4
- Bord ulnaire de la main

Il est difficile de faire la différence cliniquement entre une atteinte du nerf ulnaire et une atteinte radiculaire des racines basses du plexus brachial (C8-T1). L'extension de l'atteinte sensitive est discriminative, car beaucoup plus étendue et de disposition métamérique dans les atteintes radiculaires. Elle s'étend du bord interne du bras, de l'avant bras jusqu'au bord interne de la main. Tandis que le nerf ulnaire ne donne aucune branche dans le segment brachial.



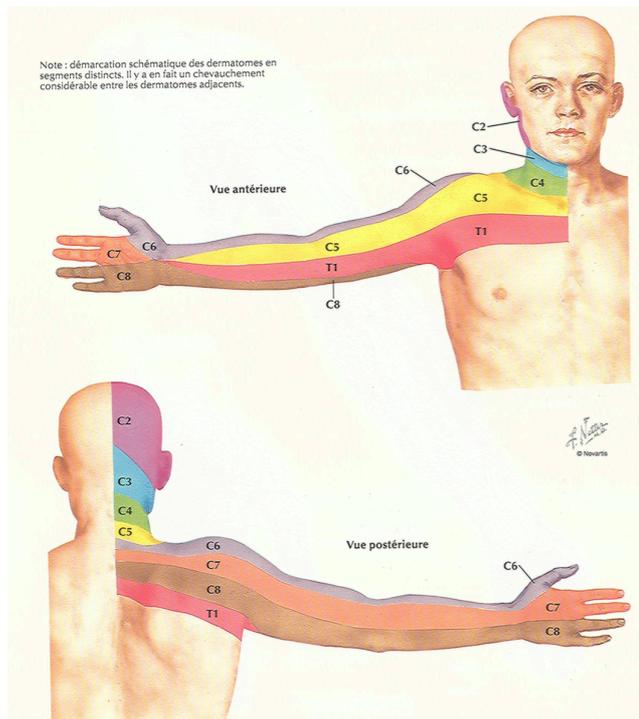


Figure 6 Territoires sensitifs tronculaires (en haut) et radiculaires (en bas).

*Reproductions tirées de l'Atlas d'anatomie humaine
4^{ème} édition
Franck H Netter*

B. Rapports anatomiques et danger de la chirurgie

Il est important de noter la relation anatomique intime entre la branche postérieure du nerf cutané anté brachial médial ou nerf cutané médial de l'avant bras qui passe à proximité du tunnel ulnaire dans l'espace sous cutanée superficielle et la voie d'abord du tunnel ulnaire. Branche terminale du tronc secondaire médial du plexus brachial, le nerf cutané anté brachial médial se divise en deux branches antérieure et postérieure qui cheminent proximale et distale respectivement par rapport à l'épicondyle médial dans l'espace sous cutané et croisent le tunnel ulnaire perpendiculairement au nerf ulnaire. Il peut donc se retrouver blessé durant la décompression chirurgicale du nerf ulnaire quelque soit la procédure utilisée. Il s'agit d'ailleurs d'une des principales causes de douleur après chirurgie libératrice du nerf ulnaire car la lésion de ce nerf cutané entraîne la formation d'un névrome douloureux, voir une hyperesthésie pathologique de l'avant bras ou une cicatrice douloureuse. De plus, ce névrome est une cause d'échec de la chirurgie pour ces patients voir peut être considéré à tort comme une récurrence de la neuropathie

compressive. Kleinman et Bishop (6) indiquent de prendre un soin particulier à la branche postérieure du nerf cutané anté brachial médial dont la course est variable et peut donner plusieurs rameaux sensitifs qui croiseront l'incision entre 6 cm proximal et 6 cm distal de l'épicondyle médial. Dans l'étude anatomique de Lowe (7), les branches du nerf cutané anté brachial médial croisent l'incision cutanée de libération du nerf ulnaire au niveau de l'épicondyle médial ou proximal à celui ci dans 61% des cas à une distance moyenne de 1,8 cm. Ces branches nerveuses croisent l'incision cutanée à la partie distale de l'épicondyle médial dans 100% des cas à une distance moyenne de 3,1 cm. Il est important de savoir ces informations pour éviter de léser ces rameaux cutanés pendant l'incision et ainsi diminuer la morbidité de ce type d'intervention. Sur ces considérations, Race et Saldana (8) recommandent une approche plus postérieure pour réaliser des transpositions antérieures du nerf ulnaire. Mirza (9) s'accorde avec ces considérations : dans son étude anatomique, il retrouve que le nerf cutané médial de l'avant bras croise le nerf ulnaire à une distance moyenne de 2,9 cm en distal de l'épicondyle médial (1,0 à 4,5 cm) et recommande donc une approche la plus minimaliste possible.

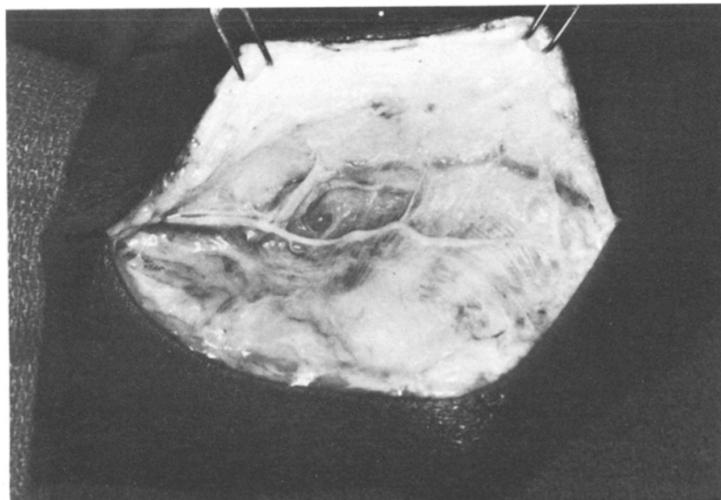


Figure 7 Image de dissection de la branche postérieure du nerf cutané médial de l'avant bras au coude. (à gauche proximal, à droite distal)

Le deuxième danger est de léser la branche nerveuse motrice du FCU qui émerge en aval du tunnel ulnaire et qu'il faut respecter lors de libération du nerf ulnaire. Plusieurs auteurs ont étudié l'anatomie des branches secondaires du nerf ulnaire au coude. Gonzales et al (10) ont retrouvé en moyenne une branche à destinée articulaire

pour le coude et 3 branches motrices pour le FCU, et Tubbs et al (11) ont retrouvé une moyenne de 4 branches motrices pour les muscles FCU et FDP. Les branches médiales à destinée du FCU émergent à une distance moyenne de 2,7 cm distal de l'épicondyle médial et les branches latérales pour le FCU à 3,3 cm distal de l'épicondyle médial et pour le FDP à 2,7 cm distal de l'épicondyle médial. Il s'agit de rameaux assez courts, dont la longueur moyenne était de 3,2 cm pour les branches latérales à destinée du FCU, 3,3 cm pour les branches médiales à destinée du FCU et 5,6 cm pour les branches à destinée du FDP. Bien connaître ces dispositions est important pour éviter de léser ces structures en cours de procédure de libération du nerf ulnaire.

C. Physiopathologie des compressions ulnaires

Il s'agit du deuxième syndrome canalaire par argument de fréquence au membre supérieur.

La physiopathogénie de la compression des nerfs périphériques est complexe car multifactorielle. Compression, étirement, friction, fixation du nerf par des adhérences et la part de ces différents facteurs est inconnue.

L'articulation du coude a un grand degré de mobilité et se situe entre deux longs bras de levier. Le nerf ulnaire se retrouve pris au sommet de ce grand bras de levier et subit de fortes contraintes dynamiques lors de la flexion du coude.

D'autre part, différentes structures anatomiques ont été décrites comme potentiellement compressives, mais leur importance relative sur le nerf n'est pas bien connue. L'examen clinique, les examens d'imagerie, l'électromyogramme ne permettent actuellement pas de localiser avec précision le niveau exact de la compression.

1. Tunnel ulnaire

Les multiples descriptions des éléments compressifs du nerf ulnaire normal et pathologique au coude sont parfois confuses. Et la relation entre l'anatomie de ces structures et la survenue d'une compression ulnaire est encore plus vague. Par exemple, certains auteurs ont décrit que le nerf ulnaire était comprimé par l'aponévrose entre les deux chefs du FCU ou arcade humero ulnaire (3,12) (Feindel et Stratford 1958 ; Vanderpool et al 1968), par le ligament arqué ou retinaculum ulnaire (6,13) (Wadsworth 1977, Kleinman et Bishop 1989) ou par une bande fibreuse décrite

par Osborne en 1957 (14) (Dellon 1986). D'autres confondent le ligament d'Osborne avec le ligament arqué (13,15) (Wadsworth 1977, Gabel 1990).

Les différents sites de compression potentiels du nerf ulnaire décrits au coude sont, de proximal en distal :

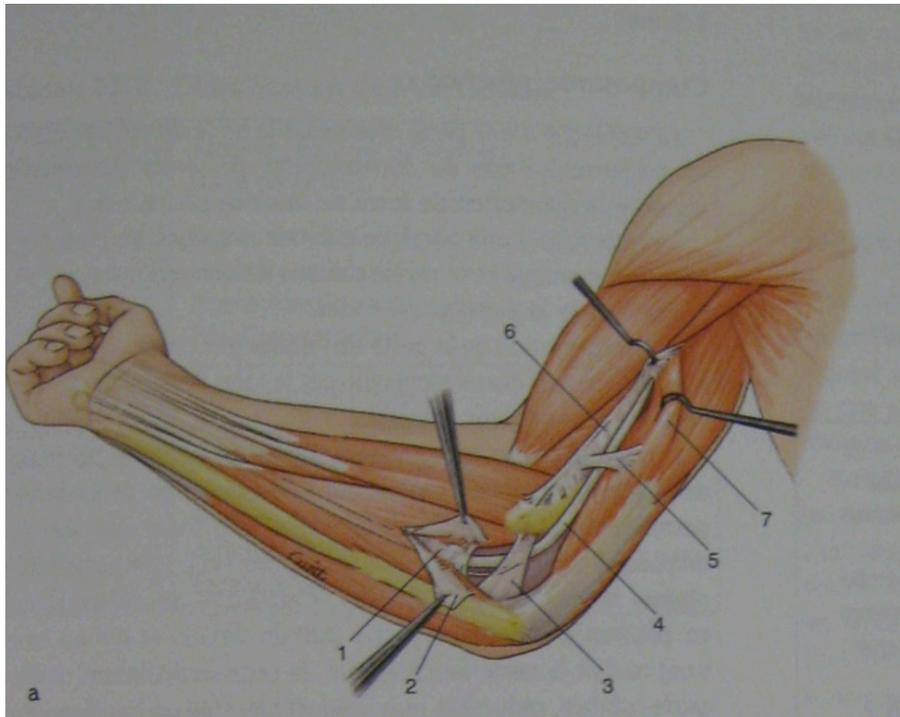


Figure 8 Planche anatomique du tunnel ulnaire.

*Reproduction tirée de l'ouvrage de Chirurgie de la main
Tome 3 : Affections rhumatismales, dégénératives. Syndromes canauxiers.
Michel Merle*

- 1 Arcade d'Amadio et Beckenbaugh*
- 2 Fascia d'Osborne*
- 3 Retinaculum du tunnel ulnaire ou ligament d'Osborne*
- 4 Nerf ulnaire*
- 5 Arcade de Struthers*
- 6 Septum inter musculaire médial*
- 7 Triceps*

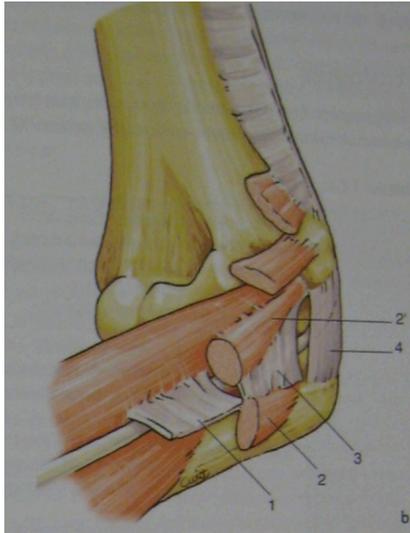


Figure 9 Planche anatomique du tunnel ulnaire.

*Reproduction tirée de l'ouvrage de Chirurgie de la main
Tome 3 : Affections rhumatismales, dégénératives. Syndromes canauxiers.
Michel Merle*

- 1 Arcade d'Amadio et Beckenbaugh*
- 2 et 2' FCU*
- 3 Fascia d'Osborne*
- 4 Retinaculum du tunnel ulnaire ou ligament d'Osborne*

- **La controversée arcade de Struthers** se situe à la partie moyenne du bras à partir du moment où le nerf ulnaire traverse la cloison intermusculaire médiale et se place en arrière de celle-ci. Il s'agit d'un dédoublement des fibres de la cloison intermusculaire médiale qui les unit aux fibres musculaires du chef médial du triceps brachial réalisant une arcade fibreuse. Elle se situe à environ 8 cm de l'épicondyle médial (16,17) et peut être retrouvée chez 70% des patients atteints de compression ulnaire au coude selon Spinner (18) et chez 13,5% de la population générale selon l'étude cadavérique de Siqueira (19). Sa description a été attribuée à tort à Struthers (20). Anatomiste écossais renommé, il a beaucoup étudié la région du coude et a décrit plusieurs arches musculo tendineuses, le processus supra condylien qui porte son nom, et le ligament tendu entre ce processus et l'épicondyle médial mais il n'a jamais été question d'arcade ni de compression du nerf ulnaire dans ses publications. En effet, celui-ci travaillait sur le canal brachial et notamment sur son incidence sur le passage de l'artère brachiale et du nerf médian. Kane et al (21) ont publié la première observation celle-ci en 1973 en utilisant les premiers le

terme d'« arcade de Struthers » pour désigner une bande fibreuse reliant le chef médial du triceps au tiers distal de l'humérus qui forme une arcade pour laisser la place au nerf ulnaire. Ils retrouvent cette arcade dans 14 sur 20 de leurs dissections. Il ne faut pas confondre cette arcade avec les variations anatomiques de cette région, qui peuvent être une origine accessoire du chef médial du triceps par rapport au septum intermusculaire et qui peut également comprimer le nerf ulnaire.

De même, il ne faut pas confondre l'arcade de Struthers avec le ligament de Struthers correspondant à une structure fibreuse s'insérant sur un processus osseux à la face antérieure de l'humérus (processus supra condylien) réalisant un tunnel osteo fibreux au dessus du nerf médian et de l'artère brachiale et étant responsable de compression du nerf médian mais n'ayant rien à voir avec les phénomènes compressifs du nerf ulnaire.

Depuis ce jour, le terme « arcade de Struthers » a été communément admis dans la littérature. Et de plus, le processus supra condylien décrit par Struthers est extrêmement rare d'après l'expérience clinique de De Jesu et Dellon (20).

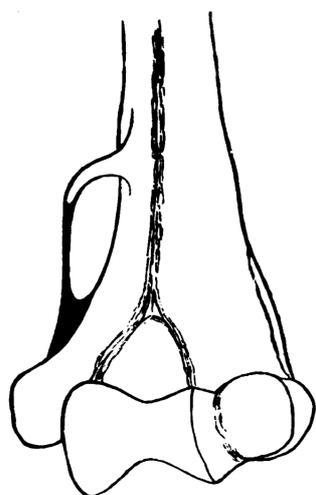


Figure 10 Schématisation d'un processus supra condylien. Image de la publication originale de Struthers en 1848.

Cependant, l'arcade fibreuse dédoublant l'insertion du chef médial du triceps sur le septum inter musculaire existe bel et bien. Elle a été retrouvée dans 14 dissections sur 20 (70%) dans l'étude de Kane et al (21), 16 sur 64 (24%) dans l'étude de Dellon (14) et 17 sur 25 (68%) dans l'étude cadavérique de Al-Qattan et Murray (22). Siqueira (19) retrouvent cette structure chez 8 des 60

membres disséqués (13,5%) mais pour eux, aucune n'est responsable de compression ulnaire. Son incidence est donc variable et son rôle compressif controversé. Cette structure peut être impliquée dans les compressions primitives du nerf ulnaire au coude (18), bien que peu de publications ne reportent de cas cliniques avérés. Il faut donc que le chirurgien veille à inspecter tous les sites de compression potentiels. Quelques publications reportent des cas de compression ulnaire primitive avérées par cette arcade comme celle d'Ochiai (17) mais cela reste rare. Son rôle compressif est plus vraisemblablement reconnu comme site compressif secondaire en cas de reprise après transposition antérieure (15,23). C'est surtout lors de transposition que le nerf ulnaire peut être comprimé par le septum intermusculaire dans son nouveau trajet à cause d'un effet kingking du nerf transposé.

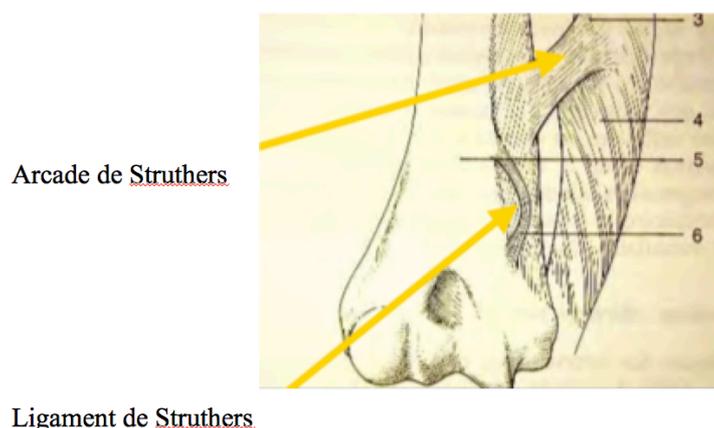


Figure 11 Schématisation d'une extrémité distale d'humérus de face présentant une arcade de Struthers et un ligament de Struthers.

- Le **chef médial du triceps brachial** est responsable en flexion du coude de la projection du nerf contre l'épicondyle médial, surtout lorsque son corps musculaire est anormalement distal et hypertrophié (24).
- On peut également retrouver un muscle anconeus épitrochéaris correspondant à un muscle accessoire de la région du coude. Il serait présent dans 3 à 34% des cas dans des études cadavériques (4% dans l'étude de Dellon (14), 10% dans celle d'O'Driscoll (25), de Campbell (26) et de Green et Rayan (4), 34% dans celle de Gruber (27)). Il a été décrit comme la cause de syndrome

compressif ulnaire dans de nombreux case reports (Vanderpool et al (12), Wadsworth (13), Masear et al (28)). Il a été associé à 11,9% des cas dans la série de Masear (28). Il s'agit d'un muscle accessoire chez l'homme situé entre l'épicondyle médial et le bord médial de l'olécrane. Il passe au dessus du nerf ulnaire juste en amont de son entrée entre les deux chefs du FCU sous l'arcade d'Osborne. Sa taille et sa forme varient de court et fusiforme à large et carré. Il peut être palpé lors d'un examen clinique pointilleux. Sa fonction est inconnue mais on la devine car il serait un reliquat musculaire primitif présent chez les amphibiens, reptiles et la plupart des mammifères à l'exception de l'homme. Chez ces animaux présentant une mobilité du coude dans le plan frontal, il serait extenseur et adducteur du coude, supinateur de l'avant bras et protecteur pour le nerf ulnaire. Il correspondrait à un muscle accessoire du chef médial du triceps et participerait à l'extension du coude chez l'homme (18,25). Toutefois, il s'agit bien d'un muscle anatomiquement distinct du triceps car il reçoit une innervation propre venant du nerf ulnaire et non du nerf radial (LeDouble, 1897). Dans certaines dissections cadavériques, on retrouve un reliquat de ce muscle ayant les mêmes insertions et des fibres avec la même orientation, correspondant à un ligament épitrochléoanconeus. La plupart des auteurs (12,18,28,29) recommandent un traitement par décompression locale et excision de la masse musculaire qui semble être la cause de la compression. Il n'est pas nécessaire de réaliser de transposition à priori dans ce cas. Cependant Chalmers et al (30) recommandent pour leur part une transposition antérieure sous cutanée qu'ils jugent nécessaire car ils ont constaté la survenue d'une subluxation du nerf après résection de la masse musculaire chez la quasi totalité de leurs patients dans ce contexte.

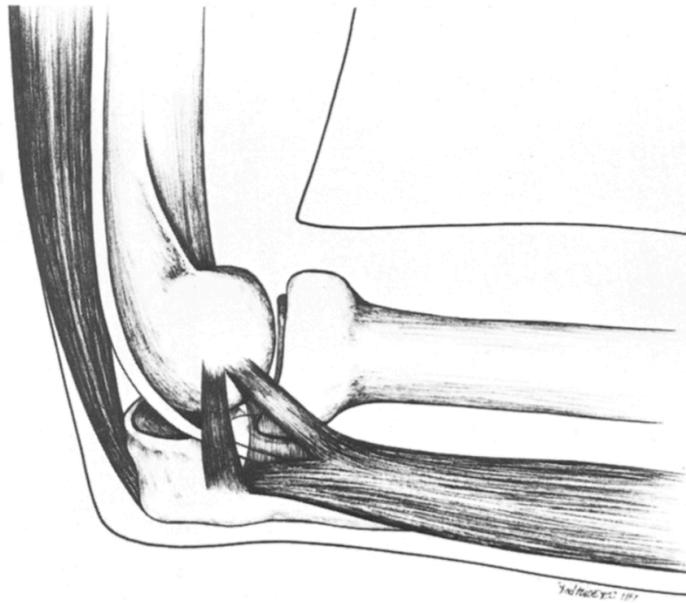


Figure 12 Schématisation du muscle anconeus epitrochlearis recouvrant le nerf ulnaire juste en proximal de l'origine du FCU

- Au coude, le nerf s'engage dans le **tunnel ulnaire** à proprement parler. Il s'agit d'un canal ostéo fibreux composé par les reliefs de la gouttière épitrochléo olécranienne et d'une arcade tendue entre l'épicondyle médiale et l'olécrane et qui transforme cette gouttière en canal (bandelette épitrochléo-olécranienne, ligament arqué, retinaculum ulnaire, ou ligament d'Osborne). Il est constitué d'un mur osseux, l'épicondyle médial et l'olécrane ; d'un plancher correspondant au ligament collatéral médial et à la capsule articulaire et d'un toit correspondant au rétinaculum du tunnel ulnaire d'une part et à la partie proximale des chefs du fléchisseur ulnaire du carpe d'autre part qui se poursuit par le fascia d'Osborne. Selon Green et Rayan (4), le ligament arqué apparaît en continuité à l'aponévrose du FCU bien que cette dernière soit une entité à part plus distale que le ligament arqué. Dans ce canal, le nerf ulnaire passe de la loge des extenseurs du bras à la loge des fléchisseurs à l'avant bras. En flexion, cette bandelette épitrochléo olécranienne se tend et vient plaquer le nerf ulnaire contre le ligament collatéral médial. C'est l'élément compressif le plus souvent cité selon Ochiai (17) et Osborne (2). En effet, il s'agit de l'élément compressif le plus souvent en cause selon Mirza (9) voir exclusivement en cause selon Nagle (31). Campbell (26) nous attire juste l'attention sur une différence sémantique : pour lui, le nerf peut être compressé

dans la gouttière rétro condylienne mais aussi dans le tunnel ulnaire qui correspond pour lui la portion du nerf ulnaire qui est comprimée sous le fléchisseur ulnaire du carpe. Le terme de tunnel ulnaire fait donc référence à des éléments différents selon les auteurs.

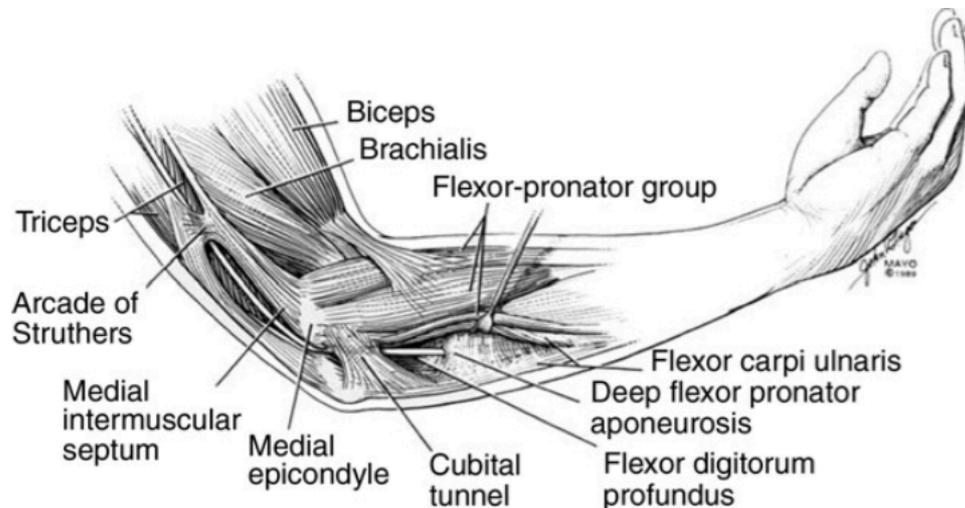


Figure 13 Schématisation du tunnel ulnaire

- En aval du coude, le nerf s'engage entre les deux chefs du fléchisseur ulnaire du carpe et sous une arcade fibreuse qui unit ces deux chefs. Cette arcade fibreuse est doublée à sa face profonde par le **fascia d'Osborne** correspond à un épaississement du fascia à la réunion des deux chefs du FUC. Il a été décrit la première fois lors d'une réunion de l'association des orthopédistes britanniques en 1957 (2). Osborne présente dans une communication orale la présence systématique dans ses cas de compression ulnaire au coude d'une bande fibreuse reliant en pont les deux chefs du FCU, directement au dessus du nerf ulnaire. Cette bande a une attache fixe sur l'épicondyle médial et mobile sur l'olécrane. Elle est lâche en extension et se tend lors de la flexion du coude, comprimant le nerf sous jacent. Il considère les effets de cette arcade similaires à ceux du ligament carpien sur le nerf médian au poignet et attribue la compression ulnaire plus à son rôle compressif qu'à des phénomènes de friction ou de traction. O'Driscoll et al (25) en ont décrit 4 types au cours d'une étude cadavérique en 1991. Dans le type 0, le retinaculum du tunnel cubital était absent et le nerf luxé. Dans le type Ia, l'auteur décrivait un rétinaculum normal qui était fin, détendu en extension et

tendu en flexion maximale mais non compressif sur le nerf. Dans le type Ib, ce rétinaculum était épais et donc tendu entre 90 et 120° de flexion. Dans ce cas, les auteurs retrouvaient les signes d'un nerf très probablement comprimé de manière chronique. Enfin, dans le type II, le rétinaculum était remplacé par un muscle anconeus épitrochléaris. L'hypothèse des auteurs est donc que le rétinaculum du tunnel ulnaire, toit du tunnel, correspond à un reliquat de muscle anconeus épitrochléaris et que son rôle est bien de maintenir le nerf ulnaire en place durant les mouvements du coude. La forme normale serait la forme Ia et n'entraînerait pas de neuropathie ulnaire primitive. Les variantes de la normale expliqueraient les différentes formes de neuropathies ulnaires : le type 0 entraînant par l'absence de rétinaculum une luxation du nerf et une neuropathie de friction, le type Ib, une compression chronique dynamique lors de la flexion du coude du fait d'un ligament trop épais et le type II par la présence de la masse musculaire du corps du muscle anconeus épitrochléaris qui entraînerait une compression statique.

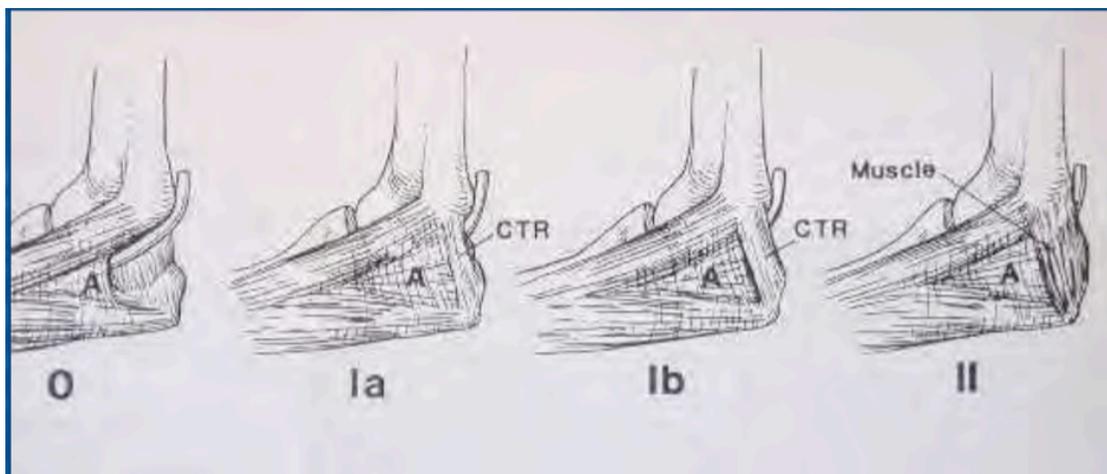


Figure 14 Schématisation des différents types de fascia d'Osborne selon O'Driscoll. Image issue de la publication originale (25).

- Le nerf ulnaire continue son trajet sous le fléchisseur ulnaire du carpe, sous **l'aponévrose commune entre le chef huméral du FUC et les muscles épicondyliens médiaux** (FCR, PL, FDS, FDP). Il s'agit d'une aponévrose perforée par le nerf à la sortie de son passage sous le FUC. A ce niveau, l'aponévrose ressemble à une arcade, inconstante, décrite par de nombreux auteurs (4,10,32,33). Amadio et Beckenbaugh (32) ont étudié 8 patients

atteints de syndrome compressif ulnaire au coude et ont disséqué 20 bras cadavériques. Ils ont décrit initialement une aponévrose profonde des fléchisseurs-pronateurs potentiellement à l'origine de compression du nerf ulnaire. Cette structure se situe à environ 5 cm en aval de l'épicondyle médial selon les études cadavériques. Dans un certain nombre de dissection, les auteurs retrouvaient que cette aponévrose s'étendait distalement à un point où le nerf sort de la face profonde du FCU et crée donc un tunnel ovalaire autour du nerf dans l'aponévrose. Proximale, cette aponévrose s'insère sur l'épicondyle médial et sur les tissus tendineux distaux à l'épicondyle médial. Pour Inserra et Spinner (33), cette aponévrose est une confluence de septa fibreux venant du rond pronateur, du FCR, PL, FDS et FCU qui s'attache sur l'épicondyle médial, le ligament collatéral médial et sur l'ulna. Pour ces auteurs, cette aponévrose entre le FCU et le FDS est une cause de compression chronique du nerf ulnaire. Pour Green et Rayan (4), appelée aponévrose commune des fléchisseurs, elle est présente dans tous les cas disséqués et est orientée perpendiculairement aux fibres de la portion antérieure du ligament collatéral médial. Son attache distale est le tubercule coronoïde de l'ulna, juste à côté de l'insertion du ligament collatéral médial. Autant elle est constante selon ces auteurs, autant sa longueur et son aspect varient d'une dissection à une autre. Dans certains cas, elle reste bien définie sur toute la longueur du tunnel jusqu'à la sortie du nerf à environ 6 cm distalement à l'épicondyle médiale. Mais plus fréquemment, cette aponévrose devient moins bien définie en distal de l'insertion du ligament collatéral médial. On a l'impression que les fibres musculaires du FCU et des FDS naissent de cette aponévrose. Sa longueur moyenne est de 2,9 cm selon Green et Rayan.

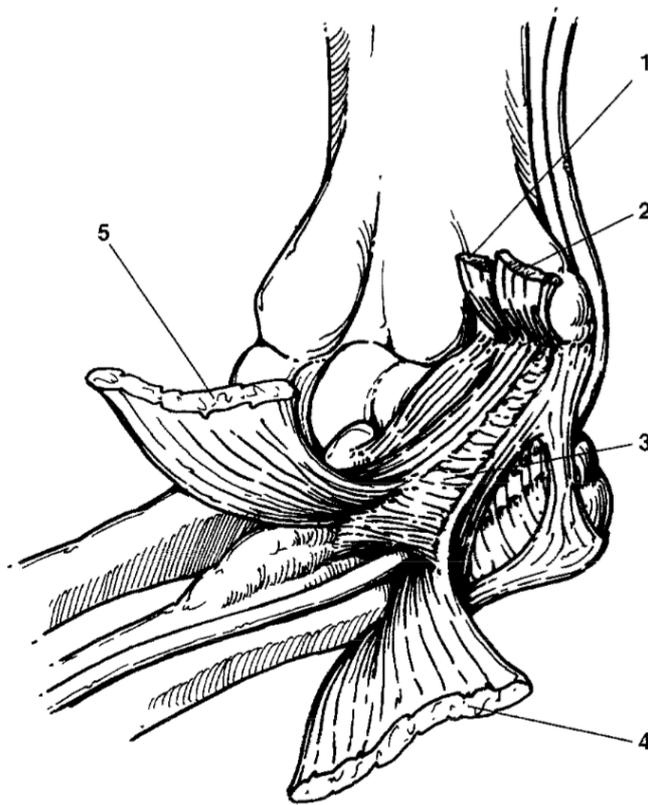


Figure 15 Schématisation de l'aponévrose des fléchisseurs pronateurs

1. *Pronator Teres*
2. *PL et FCR*
3. *Aponévrose des fléchisseurs pronateurs*
4. *FCU*
5. *FDS*

Enfin, Degeorges et Masquelet (34) ont décrit 5 variations anatomiques de ce tunnel ulnaire distal. Dans le type I (54,2%), il n'y a pas d'aponévrose entre le FCU et les épicondyliens médiaux. Dans le type II (8,3%), il y a une bande fibreuse tendue entre les insertions ulnaires du FCU et celles des fléchisseurs superficiels des 4^{ème} et 5^{ème} doigts. Cette bande était longue de moins d'1 cm, avait une direction oblique, et était située à 5-6 cm de l'épicondyle médial. Dans le type III (20,8%), il y avait une mince aponévrose partielle tendue entre le FCU et les épicondyliens médiaux sans insertion musculaire. Elle était située à 4-4,5 cm de l'épicondyle médiale. Dans le type IV (4,2%), il y avait une aponévrose épaisse partielle, située à 4 cm de l'épicondyle médial et qui s'insère sur les épicondyliens médiaux. Enfin dans le type V (12,5%), les auteurs décrivaient une aponévrose totale tendue entre les épicondyliens

médiaux et le FCU comme un prolongement des muscles épicondyliens médiaux et située à 5-5,5 cm de l'épicondyle médiale. Elle est plus large que l'aponévrose partielle mais a les mêmes insertions musculaires. Pour les auteurs, une compression peut survenir au niveau de ce tunnel ulnaire distal, voir même être une cause d'échec post opératoire. Une pathologie distale isolée du nerf ulnaire a été individualisée en pratique clinique. Cependant, les applications cliniques de ces constatations anatomiques restent à élucider.

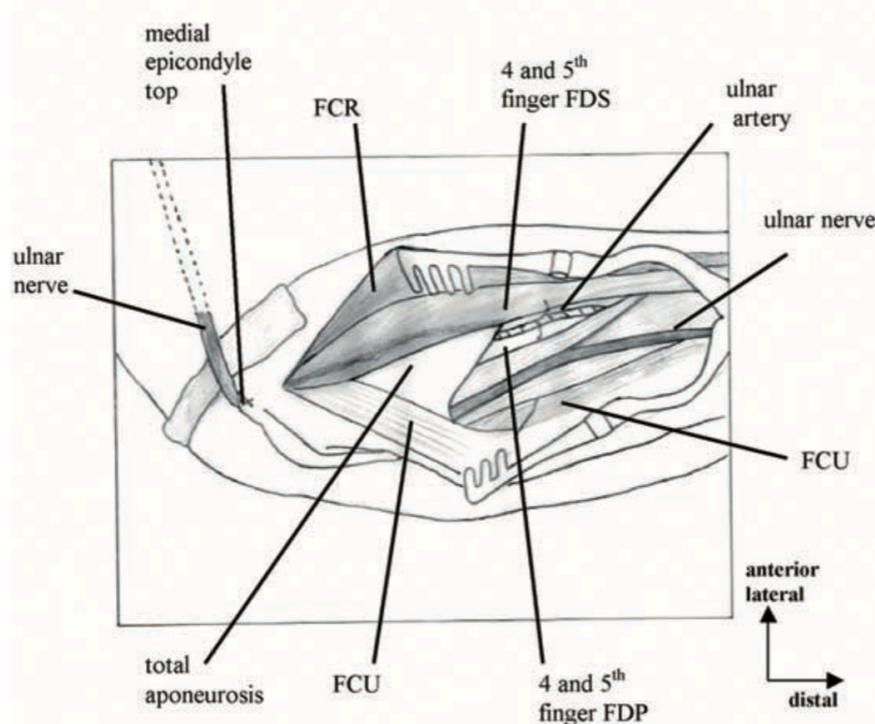


Figure 16 Schématisation de l'aponévrose de type V selon Degeorges et Masquelet. Image issue de la publication originale des auteurs (34).

Siemioniow (35) décrit pour sa part deux types de fascia avec 3 épaisissements fibreux ressemblant à des ligaments dans le type 1 et 4 bandes fasciales dans le type 2; dans le type 2 sa longueur est en moyenne de 7,7 cm. L'anatomie distale du tunnel ulnaire est très variable. Hoffman et Siemioniow (36) ont décrit des structures variables à 3, 5 et 7 cm de l'épicondyle médial, qui pourraient être de potentiels sites de compression et pouvant correspondre à ces bandes fasciales.

Pour Degeorges et Masquelet (34), cette aponévrose est présente dans 46% des cas, alors que Mirza (9) dans son étude préliminaire cadavérique retrouve

des bandes fibreuses variables selon leur localisation et leur nombre dans 92% des cas.

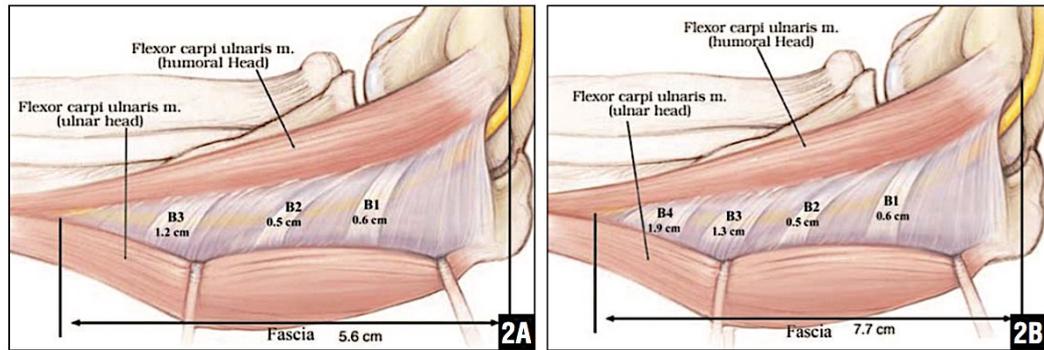


Figure 17 Schématisation des deux types de fascia selon Siemionow avec le relief des épaissements fibreux.

- Type 1 présenté dans l'image 2A
- Type 2 présenté dans l'image 2B

Image issue de la publication originale de Siemionow (35).

- A l'avant bras, il chemine sous le corps musculaire du fléchisseur ulnaire du carpe et sous un septum fibreux séparant les loges antérieures superficielles et profondes de l'avant bras, en avant du muscle fléchisseur profond des doigts et du rond pronateur. Il peut encore être comprimé par trois ou quatre bandes fibreuses à ce niveau.

La libération complète du nerf ulnaire nécessite donc théoriquement une exposition d'au moins 15 cm autour du coude. Broudy (23) a revu 10 patients en échec de traitement de libération du nerf ulnaire par transposition antérieure qu'il a tous repris par une libération extensive et une transposition sous musculaire. Ses constatations étaient que pour tous ces patients sauf un, le septum inter musculaire était intact et que le nerf était retrouvé dans un tissu cicatriciel. Gabel et Amadio (15) présentent une série de 30 patients qui ont tous été repris pour un échec de libération du nerf ulnaire. Leurs constatations per opératoires étaient que le nerf était comprimé à plusieurs niveaux en même temps ; ce qui suggère que soit tous les sites de compression n'ont pas été libéré pendant la première intervention, soit de nouveaux se sont créés sur le néo chemin du nerf transposé ou par une fibrose cicatricielle. Les auteurs concluent que le nerf doit être libéré dès la première procédure en entier, de l'arcade de Struthers à l'aponévrose profonde des fléchisseurs et pronateurs à l'avant

bras. Un site de compression restant sera responsable d'un échec précoce de la procédure, c'est ce qui concernait les deux tiers des patients qu'ils avaient repris et qui n'avait jamais été amélioré en post opératoire. Pour le dernier tiers qui avait été amélioré initialement puis qui avait récidivé leur neuropathie ulnaire, il s'agissait d'une récurrence de la compression ulnaire par de la fibrose cicatricielle ou un effet kingking du nerf transposé. Pour ces deux auteurs, la reprise chirurgicale semble être plus efficace par transposition antérieure sous musculaire.

En conclusion, on retient donc cinq sites principaux responsables de compression potentielle du nerf ulnaire au coude: l'arcade de Struthers, le chef médial du triceps brachial, le rétinaculum du tunnel ulnaire (ligament d'Osborne), le fascia d'Osborne et l'aponévrose d'Amadio et Beckenbaugh.

2. Vascularisation du nerf

Le nerf ulnaire présente deux types de vascularisation au niveau du tunnel ulnaire. Il est important de le connaître car tout traumatisme de cette vascularisation va entraîner une ischémie préjudiciable pour le nerf et la récupération clinique ultérieure (37,38). Cette vascularisation est apportée par des branches de l'artère brachiale et de l'artère ulnaire.

La vascularisation extrinsèque est composée de trois collatérales principales: l'artère collatérale supérieure ulnaire, l'artère collatérale récurrente postérieure ulnaire et l'artère collatérale inférieure ulnaire. Prevel (39) a montré que les deux plus importantes étaient la branche collatérale supérieure ulnaire et la branche récurrente postérieure ulnaire.

La vascularisation intrinsèque pour sa part est composée d'artérioles issues des vaisseaux collatéraux extrinsèques et de l'artère récurrente postérieure ulnaire circulant longitudinalement le long du nerf. Relativement importante, elle permet une dissection sûre du nerf ulnaire, proximale et distale sur une longue distance. Maki et al (40) ont étudié dans un modèle expérimental la survie nerveuse basée uniquement sur la vascularisation intrinsèque. Ces conclusions ne sont cependant pas applicables pour les nerfs sujets à une compression, un traumatisme ou une ischémie de manière répétée.

Lors de la libération chirurgicale du nerf ulnaire, Sugawara (38) a montré dans un modèle canin que lors de transposition antérieure, le flux de la vascularisation ulnaire

était préservé à 80% si on respecte la vascularisation extrinsèque alors que la neurolyse circulaire entraînait une baisse du flux de 45%. Il recommande donc de préserver la vascularisation extrinsèque sans pouvoir démontrer de bénéfice clinique. Ogata et al (41) ont démontré sur un modèle simiesque que la transposition antérieure entraînait une baisse significative du flux sanguin à trois jours mais une résolution de l'ischémie à sept jours. Ils ne retrouvaient pas cette ischémie relative en cas de section du ligament arqué isolée ou d'épicondylectomie. Pour les auteurs, la transposition antérieure, par sa neurolyse extensive, compromet la vascularisation extrinsèque. Et des études expérimentales ont montré qu'en cas de dévascularisation d'un nerf périphérique, il survenait la formation d'un plus grand nombre d'adhésions intra neurales, à l'origine de complications.

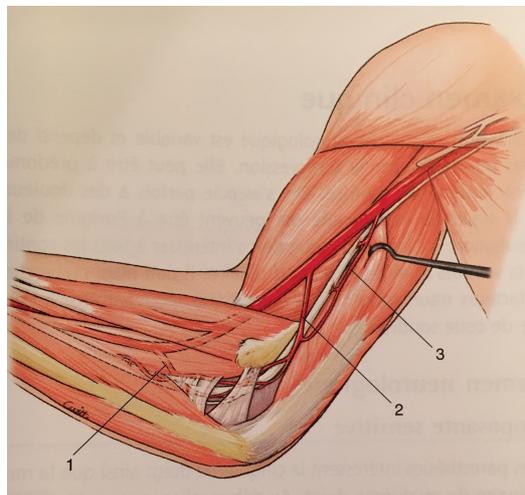


Figure 18 Schématisation de la vascularisation du nerf ulnaire au coude

- 1 *Artère collatérale récurrente postérieure ulnaire*
- 2 *Artère collatérale inférieure ulnaire*
- 3 *Artère collatérale supérieure ulnaire*

3. Biomécanique

Le nerf ulnaire est comprimé sous plusieurs éléments de fixité qui limitent son excursion. Le mouvement critique pour ce nerf est la flexion du coude.

En effet, il passe en arrière de l'axe de rotation du coude dans la gouttière épitrochléolécraniennienne, au sommet du bras de levier entre le bras et l'avant bras. Le nerf ulnaire est donc normalement sujet à des phénomènes de frictions, traction et compression répétées lors de la flexion du coude. Il s'agit d'un nerf très tolérant au stress physiologique qu'il subit dans les activités de la vie quotidienne.

De multiples facteurs peuvent entraîner une compression ulnaire au coude. Tout d'abord, trois facteurs dynamiques participent à la compression atraumatique du nerf ulnaire. Durant la flexion du coude, le nerf ulnaire est soumis à trois forces : compression, tension et friction (16).

a. Modification du tunnel ulnaire pendant la flexion du coude

Selon les auteurs originaux, (2,3,42), l'espace disponible pour le nerf ulnaire dans le tunnel ulnaire diminue quand le coude est fléchi. Lors de la flexion du coude, plusieurs phénomènes participent à une modification de la taille du tunnel ulnaire principalement entre 90 et 135° de flexion (43). Le rétinaculum du tunnel ulnaire s'allonge ce qui donne une tension maximale, de même que le fascia d'Osborne, car comme le montrent dans leur travaux Vanderpool et al (12), lors de la flexion du coude, la distance entre l'insertion sur l'olécrane et sur l'épicondyle médial augmente de 5mm tous les 45° de flexion. Et le rétinaculum s'allonge de 40% de l'extension complète à 135° de flexion. La hauteur de tunnel diminue de 2,5mm (44) et l'espace se rétrécit de 55% selon Apfelberg et Larson (42). En effet, ces auteurs ont étudié l'anatomie dynamique du nerf ulnaire chez 15 coudes cadavériques et ont conclu que le tunnel ulnaire et la gouttière rétrocondylienne étaient la cause de compression du nerf ulnaire contre les structures ostéo fibreuses sous jacentes. De plus, le triceps repousse le nerf en avant lors du mouvement de flexion et le ligament collatéral médial bombe dans le tunnel ulnaire. Il s'ensuit une compression physiologique directe du nerf lors de la flexion du coude dans le tunnel ulnaire. Ces modifications sont également bien visibles en échographie. Yoon (45) a montré une modification significative de la relation entre le nerf et le tunnel ulnaire par des mesures échographiques.

Toutes ces constatations anatomiques ont pour conséquence une augmentation des pressions extra neurale dans le canal lui même. Selon Green et Rayan (4), la flexion du coude augmente la pression dans le tunnel ulnaire mais également dans le tunnel ulnaire distal (arcade d'Amadio et Beckenbaugh). Les auteurs ont mesuré avec une sonde de Swan-Ganz la pression dans le canal ulnaire chez 4 coudes cadavériques frais à différentes positions de flexion du coude (60°, 90° et complète flexion) et à

différents niveau du tunnel (sous le ligament arqué et 3 cm distal à l'épicondyle médial au contact de l'aponévrose commune des fléchisseurs ou arcade d'Amadio). La pression passe de 4 mmHg sous le ligament arqué à 60° de flexion à 11 mmHg à 90° de flexion puis 20 mmHg en flexion complète. Dans le tunnel distal, la pression est de 14 mmHg à 60° de flexion, 17mmHg à 90° de flexion et 28mmHg en flexion complète. Les pressions sont donc globalement plus élevées dans le tunnel distal que dans le tunnel ostéofibreux. Plus important, lorsque le ligament arqué est sectionné, les pressions passent de 6,5mmHg à 60° de flexion à 8,5mmHg en flexion complète dans le tunnel ulnaire ostéofibreux. Cependant, la pression ne diminue pas dans le tunnel distal lors de la section du ligament arqué. Elle passe de 9 mmHg à 60° de flexion à 26mmHg en flexion complète. Il faut donc réaliser une décompression distale complète pour faire diminuer les pressions nerveuses.

En effet, Rydevik et al (46) ont montré que la compression statique d'un nerf pendant 2h entraînait une diminution du retour veineux à 20-30 mmHg et une ischémie significative (diminution du flux artériel) dès 60-80 mmHg. L'augmentation de pression dans le tunnel ulnaire peut donc sérieusement compromettre le flux capillaire du nerf ulnaire. Lors d'augmentation de pression itérative répétée, il survient des altérations mécaniques pour le nerf, avec retentissement sur sa structure histologique (oedème et destruction de la gaine de myéline). Lorsque le flux sanguin est altéré, il s'ensuit un relargage de protéines de l'inflammation dans les veines épineurales responsables d'un oedème et d'une fibrose épi neurale. Ces constatations sont confirmées par l'étude d'Ogata et Naito (47).

Et d'autant plus dans des conditions pathologiques, où comme le montre l'étude de Green et Rayan (4), pour certains cadavre, le ligament arqué, plus épais, se tend dès 90° de flexion du coude. Cela induit des augmentations de pressions plus importantes dans le tunnel ulnaire. Dans l'étude suédoise de Werner (48), les auteurs ont mesuré la pression sous l'arcade du fléchisseur du carpe contre le nerf en per opératoire chez 10 patients atteints de neuropathie ulnaire confirmée à l'EMG. Sous anesthésie générale, lorsque le FCU est au repos, la pression était de 9mmHg en moyenne sous l'arcade d'Osborne et de 63 mmHg coude fléchi à 120°. En simulant une contraction du FCU par des électrodes, les pressions étaient augmentées à 92 mmHg en moyenne coude tendu et 209 mmHg coude fléchi à 120°. En répartissant les patients en deux

groupes en fonction de la sévérité de leur neuropathie, les auteurs retrouvaient que les pressions étaient significativement plus élevées chez les patients les plus sévèrement atteints quelque soit la position du coude et la présence de contractions musculaires. La neuropathie ulnaire est donc liée à des pressions dans le tunnel ulnaire plus élevées.

Sur le plan microscopique, une compression grave entraîne une dégénérescence wallerienne des fibres. Il y aura une régénération mais les néo fibres auront un diamètre plus fin, conduisant plus lentement. De plus, les effets délétères d'une compression importante portent sur la perméabilité capillaire et conduisent à une oedème endo neural, qui devenu chronique, favorise la fibrose intra fasciculaire et donc à une moins bonne compliance à l'allongement et à l'excursion nerveuse. Lundborg et Dahlin (52).

Enfin, les conséquences des modifications du tunnel ulnaire sur le nerf ulnaire sont un allongement du nerf, en moyenne de 4 à 8 mm selon les travaux d'Apfelberg (42) , qui survient majoritairement entre 30 et 90° de flexion selon les travaux de James (43). Cela correspond à un taux d'élongation dans la gouttière rétro condylienne qui est variable selon les individus de 18% selon Schuind (51) à 29% selon Wright (52).

Or on reconnaît un effet pathogène de l'élongation sur les nerfs périphériques qui entraîne selon l'étude expérimental de Lundborg (37), entre 6 et 8% d'élongation, une diminution de la perfusion tissulaire nerveuse par élongation des capillaires et une détérioration de la fonction nerveuse et à partir de 15% d'élongation, une ischémie nerveuse par occlusion complète des capillaires. Ces constatations sont confirmées par l'étude d'Ogata et Naito (47).

Même dans des conditions physiologiques, la tension nerveuse affecte sa vascularisation et donc la conduction nerveuse selon Wright (52).

Enfin, la fibrose dégénérative du nerf entraîne une diminution de sa compliance à l'élongation et donc une moins bonne tolérance clinique et électrique. C'est un cercle vicieux.

b. Excursion longitudinale du nerf

Dans des conditions physiologiques, le nerf ulnaire a une excursion de 21,9 mm selon Wright (52). Cette excursion dépend de la position de toutes les articulations du

membre supérieur et est susceptible d'être limitée par le fascia d'Osborne, les adhérences fibreuses extra neurales et le rétrécissement fixé du tunnel ulnaire dans des conditions pathologiques d'arthrose ou de synovite. Cela augmente la tension nerveuse (53). Quand le coude est fléchi, le poignet étendu et l'épaule en abduction, la pression dans le tunnel ulnaire augmente de 600% et la longueur du nerf ulnaire augmente de 4,7 mm selon Pechan et Julis (54). Si le nerf ulnaire ne s'élonge pas normalement du fait d'inflammation locale ou de compression récurrente, la pression intra neurale augmente encore plus lors de la flexion du coude.

L'augmentation de la tension nerveuse entraîne une augmentation de la pression intra neurale responsable d'une diminution de la micro vascularisation du nerf. Cette augmentation de pression est aussi retrouvée après décompression in situ ou transposition antérieure et n'est pas complètement levée par la libération du nerf ulnaire. Le nerf restant à sa place derrière l'épicondyle médial, l'excursion qu'il subit reste la même, même en cas d'ouverture du tunnel ulnaire. La tension intra nerveuse induite reste donc similaire et seule la transposition antérieure semble pouvoir agir sur ce paramètre en changeant la trajectoire nerveuse.

Pechan et Julis (54) ont analysé les pressions intra neurales du nerf ulnaire pendant la flexion du coude et ont confirmé que ces pressions augmentaient. Gelberman et al (53) ont utilisé l'IRM pour évaluer les pressions intra neurales sur des cadavres et ont retrouvé que les pressions du nerf ulnaire étaient significativement plus élevées en position de flexion du coude à plus de 90° que les pressions extra neurales.

c. Translation médiane

La translation médiale du nerf ulnaire est physiologique en flexion. Le taux de sublaxation du nerf par hyper mobilité chez des sujets sains varie de 2 à 47% selon les données de la littérature : 16,2% chez Childress (55), 37% chez Calfee (56), 18% étude cadavérique de Campbell (26). On retrouve même 30% de sublaxation dans des études cadavériques (14,57) avec une plus grande prévalence chez des patients opérés de libération du nerf ulnaire selon Lascar et Laulan (58). Cela entraîne une neuropathie de friction (55), un risque plus élevé d'être exposé aux traumatismes et une compression par l'arcade au point de fixité distale (fascia d'Osborne).

On définit un nerf stable, qui reste dans la gouttière épitrochléo olécranienne lors de la flexion du coude, par opposition à un nerf qui se subluxe, c'est à dire qui se déplace sur l'épitrochlée lors de la flexion du coude et un nerf qui se luxe, c'est à dire qui dépasse l'épitrochlée et se luxe en avant de celle ci lors de la flexion du coude. Selon l'étude de O Driscoll (25), on définit les patients Childress A comme ceux présentant une instabilité du nerf ulnaire et les patients Childress B comme ceux présentant une luxation complète du nerf ulnaire en avant de l'épicondyle médial.

Selon l'étude de Calfee (56), les auteurs retrouvaient un nerf ulnaire hyper mobile chez 37% de sujets évalués (400 coudes) et cette constatation était bilatérale chez 30% des sujets. Selon les auteurs, la présence d'un nerf hyper mobile n'était pas associée à une augmentation de la prévalence de signes subjectifs de compression ulnaire (douleurs, paresthésies, décharge électrique) que pour les coudes avec un nerf stable. Cependant, lorsque les nerfs hyper mobiles étaient plus sensible aux tests de provocation des examinateurs (test de flexion combiné de Mackinnon et test de Tinel). Les auteurs concluent que la présence d'un nerf hyper mobile n'est pas associée avec une augmentation de symptômes attribuables au nerf ulnaire, donnée déjà annoncée par Childress en 1975 (55).

A ces facteurs biomécaniques innés, peuvent se rajouter d'autres facteurs acquis :

d. Facteurs anatomiques

- Compression par l'arcade de Struthers et le septum intermusculaire médial (59)
- Compression et refoulement du nerf par le chef médial du triceps (24)
- Muscles anconeus épitrochlearis (9-30%) (24,28)
- Profondeur de la gouttière rétro condylienne (43)
- Hypoplasie de la trochlée

e. Facteurs acquis

- Pathologie articulaire (arthrose, synovite)
- Formation osseuse hétérotopique
- Kyste

- Cubitus valgus
- Hypertrophie musculaire du triceps (sportif)
- Maladie du nerf périphérique (diabète, polyneuropathie, lèpre, ..)
- Compression nerveuse associée (double crush syndrome)

f. Facteurs histologiques : fibrose péri et intra neurale

Un nerf dégénératif entraîne une moins bonne compliance aux phénomènes de compression, tension et friction, et entraîne donc une neuropathie symptomatique.

g. Facteurs adaptatifs

La compression du nerf ulnaire au coude peut survenir lors de situations nécessitant une flexion du coude prolongée (43) comme pour les chauffeurs (60). Le fait de devoir tenir un objet dans la même position peut entraîner des syndromes neurologiques compressifs ulnaires selon l'étude de Descatha (61).

De même, des mouvements répétés peuvent être également à l'origine d'un syndrome ulnaire comme par exemple dans des sports de lancé comme le baseball (62).

Ces considérations relancent le débat d'une reconnaissance de cette maladie en maladie professionnelle.

En conclusion, il est évident que le nerf ulnaire subit des changements de pression et de longueur significatifs durant la flexion du coude. Il semble que les traumatismes répétés ou les activités répétitives peuvent être plus ou moins bien tolérées chez certaines personnes.

Il n'y a pas de conséquence lorsque l'élongation du nerf n'est pas limitée. Cependant, lorsque le rétinaculum est épaissi, que l'anatomie locale est modifiée par un traumatisme antérieur ou une usure prématurée du coude (arthrose), le nerf subit des contraintes anormales entraînant des phénomènes d'ischémie et d'oedème et une souffrance nerveuse. Une fois que la symptomatologie de compression ulnaire s'est installée, la neuropathie progresse sauf si le patient modifie ses activités pour diminuer les pressions sur le nerf ulnaire.

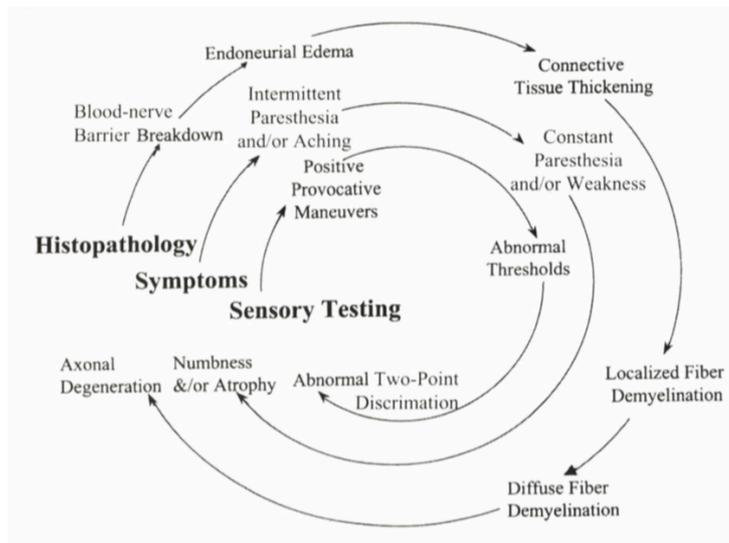


Figure 19 Schématisation de la physiopathologie de la compression ulnaire au coude.

*Reproduction tirée de l'ouvrage Green's operative hand surgery
5^{ème} édition
Green, Hotchkiss, Pederson, Wolfe*

4. Double crush syndrome

Par ailleurs, la compression proximale d'un tronc nerveux va modifier le transport axonal qui selon Upton et Mac Comas va rendre ce tronc plus vulnérable au développement d'un second syndrome canalaire. Ces auteurs ont nommé ce phénomène « double crush syndrome » ou syndrome du double écrasement en 1973 (63). Il s'agissait dans leur étude de l'association d'une cervicopathie et d'un syndrome carpien mais il fut démontré rapidement que la plupart des syndromes canaux du membre supérieur pouvaient être favorisés par une compression plus proximale, qu'elle se situe au niveau des trous de conjugaison, du canal médullaire ou du défilé cervico-thoraco-brachial.

Lundborg et Dahlin (49) ont étudié la réaction du neurone et du nerf périphérique à la compression. L'importance de la compression (en mmHg) et sa durée jouent un rôle (46). Mais une autre cause de neuropathie abaisse le seuil de tolérance de la fibre nerveuse, comme un diabète surajouté. De plus, agissant à plusieurs niveaux, les effets de chaque compression isolée s'additionnent et se potentialisent. Ils introduisent ainsi la notion de « Reverse double crush syndrome » ou syndrome du double écrasement inversé, dont l'hypothèse est qu'une compression distale induirait une diminution du retour de substances neurotrophiques vers le corps cellulaire neuronal et une diminution du transport de substances neurotrophiques vers la distalité. Enfin les

grosses fibres sont plus fragiles que les fibres fines, probablement à cause de la loi de Laplace.

En effet, Narakas (64) observe que dans 35% des syndromes du défilé, on retrouve une compression ulnaire au coude ou au poignet ou une compression du médian au carpien. Le problème est fréquent car comme le fait remarquer Narakas, d'une part les atteintes de la colonne cervicale sont fréquentes dès l'adolescence, notamment en raison d'accidents de la circulation, du port de casque par les usagers des deux roues qui leur sauve la vie mais augmente par son poids les effets de la décélération sur la colonne vertébrale. D'autre part, la cervicarthrose augmente avec l'âge, or notre population ne cesse de vieillir. Enfin, les nerfs vieillissent aussi et sont sujets à de nombreux traumatismes ou comportement irritatifs au fil des ans.

Cependant, l'incidence exacte des patients présentant à la fois une neuropathie ulnaire au coude et un syndrome carpien est inconnue. Cross (65) a étudié le premier l'association du syndrome ulnaire au coude et du syndrome carpien au poignet en discutant de la stratégie chirurgicale à adopter. Pour lui, en associant une libération endoscopique aux deux sites, les résultats fonctionnels sont excellents, identique à ceux décrit pour la prise en charge isolée de chaque syndrome canalaire dans la littérature et il ne décrit pas de complication surajoutée par l'association des deux procédures chirurgicales dans le même temps.

5. Anatomie pathologique microscopique

Il existe plusieurs types de lésions du nerf périphérique. On distingue les lésions sans solution de continuité de l'épinièvre (contusion, compression, élongation) et les lésions avec solution de continuité (rupture partielles et totales).

Il existe deux classifications traitant des lésions microscopiques des nerfs périphériques.

La classification de Seddon distingue trois types lésionnels :

- La neurapraxie correspond à la sidération nerveuse sans lésion anatomique. Il s'agit d'un bloc de conduction temporaire correspondant au niveau histologique à une altération de la gaine de Schwann sans perte de continuité axonale. La conséquence est un arrêt de l'influx nerveux et sa traduction clinique porte plus volontiers sur les fibres motrices que les fibres sensitives

ou végétatives, sans amyotrophie musculaire associée. Le bloc de conduction persiste jusqu'à la remyélinisation segmentaire (quelques heures à environ douze semaines habituellement). Les exemples les plus courants sont la paralysie du samedi soir sur le territoire du nerf radial et la paralysie des jambes croisées sur le territoire du nerf fibulaire commun.

- L'axonotmésis correspond à une rupture axonale alors que l'environnement endo et perineural persiste au moins partiellement. Il persiste donc une continuité mais à cause de la rupture axonale, il y aura un mécanisme de dégénérescence wallerienne. Les capacités de reinnervation dépendent de la gravité des lésions et de la distance qui sépare la lésion des effecteurs. Ce mécanisme est rencontré dans des cas de compression ou d'étirement important.
- Le neurotmésis correspond à une perte complète de la continuité nerveuse associant une rupture axonale et une perte de contact du tissu conjonctif. Dans ce cas également, l'évolution se fera vers une dégénérescence wallerienne de l'extrémité distale du nerf mais ici il n'y a aucune récupération spontanée possible. En effet, il faut intervenir chirurgicalement pour remettre le nerf en continuité et permettre la régénérescence nerveuse.

Sunderland classe les lésions nerveuses périphériques en cinq grades dans un but pronostique et thérapeutique :

- Le grade 1 correspond à la neurapraxie.
- Le grade 2 correspond à l'axonotmésis avec une rupture axonale sans perte de continuité de la gaine endoneurale. A partir de ce grade, il y aura un phénomène de dégénérescence wallerienne de l'axone distal lié à la rupture axonale. Cependant, la persistance de la continuité endoneurale permet une repousse nerveuse orientée avec une récupération fonctionnelle complète.
- Le grade 3 correspond à une rupture des tubes endoneuraux alors que le perinèvre et l'épinèvre restent intacts. Il s'agit d'un nerf vide à la palpation. La conséquence pour ce grade est la limitation de la régénération axonale possible liée d'une part à la désorganisation de l'architecture tubulaire endoneurale et d'autre part à l'hématome induit créant une fibrose locale empêchant la régénérescence nerveuse.

- Le grade 4 correspond à une rupture de l'ensemble des éléments nerveux à l'exception du périnèvre. Le nerf reste macroscopiquement en continuité mais est vide à la palpation. L'évolution spontanée se fait vers un tissu cicatriciel désorganisé entouré par l'épinèvre ne permettant aucune repousse nerveuse. Au niveau du moignon proximal, il persiste une régénérescence nerveuse anarchique en pelote correspondant à un névrome en continuité.
- Le grade 5 correspond à une rupture de tous éléments nerveux y compris l'épinèvre avec une perte complète de la continuité nerveuse (équivalent neurotmésis). L'évolution spontanée ne permettra la encore aucune repousse nerveuse mais l'apparition au niveau du moignon proximal d'un névrome.

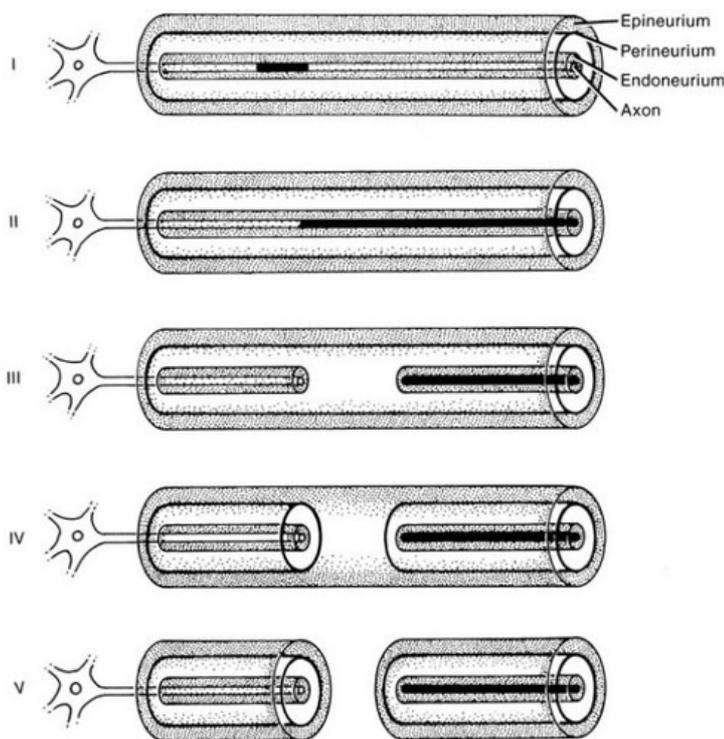


Figure 20 Schématisation de la classification de Sunderland

Lors de syndromes compressifs, l'atteinte nerveuse va de la neurapraxie (bloc de conduction) à l'axonotmésis (dégénérescence axonale) correspondant respectivement aux grades I et II de Sunderland. Au stade I, une fois la compression tronculaire relevée, le bloc de conduction se lève et on observe une récupération complète en quelques jours ou semaines. Lors d'un stade II, il survient une dégénérescence wallerienne correspondant à la dégénérescence de la partie nerveuse en aval de la rupture ou compression. La repousse nerveuse du moignon proximal débutera dès la

levée de la compression et sera guidée par les tubes neuraux intacts à une vitesse approximative d'1 mm par jour. Mais elle sera partielle compte tenu de la distance à parcourir pour atteindre les effecteurs et d'autre part de l'atrophie musculaire irréversible en particulier au niveau des muscles intrinsèques de la main qui survient dans un délai de 6 mois à 1 an d'une dénervation. Le délai est moins strict pour la récupération sensitive qui peut avoir lieu jusqu'à deux ans plus tard.

D. Etiologie

1. Forme primitive

Il s'agit du syndrome du tunnel ulnaire à proprement parler. Il est décrit par Osborne pour la première fois en 1957 lors de la réunion annuelle de la British Orthopaedics Association au Royaume Uni. Il le décrit comme une souffrance neurologique d'apparition progressive apparaissant dans un contexte particulier :

- affection rénale
- éthylisme chronique
- diabète
- hyper utilisation du coude
 - o activité sportive (joueurs de baseball)
 - o activité professionnelle manuelle et répétitive

Et il incrimine les facteurs anatomiques suivants : la présence d'un muscle anconeus épitrochlearis, la compression par le chef médial du triceps, l'arcade de Struthers et ou le septum inter musculaire médial du bras.

2. Forme post traumatique

- Contusion directe
- Flexion du coude prolongée
- Fracture ou luxation du coude
- Compression prolongée : appui non protégé en pronation (coma, anesthésie)
- Compression iatrogène : garrot prolongé
- Cal vicieux de l'extrémité inférieure de l'humérus
- Cubitus valgus

3. Forme secondaire

- Compression extrinsèque
 - Arthrose: ostéophytes
 - Prolifération synoviale (polyarthrite rhumatoïde)
 - Ostéochondromatose
 - Névrite lépreuse
 - Kyste synovial
 - Sport de lancé (laxité du ligament collatéral ulnaire)
 - Anomalie musculaire
 - Triceps (snapping triceps)
 - Muscle anconéus épitrochléaris
 - Ligament épitrochléo anconeus
 - Syndrome ischémique de Volkmann
- Augmentation de volume du contenu du tunnel
 - Tumeur nerveuse : schwannome
 - Prolifération tumorale des tissus mous : kyste épidermoïde, lipome, ganglion..

E. Epidémiologie

La neuropathie ulnaire au coude est le deuxième syndrome canalaire le plus fréquent au membre supérieur après le syndrome du canal carpien. Son incidence annuelle est de 24,7 cas pour 100'000 personnes par an selon une étude réalisée dans la province de Sienne (Toscane, Italie) en 2005 (1).

L'incidence semble avoir deux pics de fréquence : dans la troisième décennie correspondant aux traumatismes du coude puis dans la sixième décennie correspondant sûrement aux atteintes dégénératives du coude. Dans cette étude de Mondelli, cependant, l'incidence semble augmenter continuellement avec l'âge et les auteurs l'expliquent par l'augmentation avec l'âge d'atteinte dégénérative du coude et avec l'augmentation de la vulnérabilité nerveuse en vieillissant. Mondelli ajoute que l'incidence des syndromes ulnaires augmente avec l'obésité et le travail répétitif. Le sexe ratio était de 1,9 homme pour 1 femme dans cette étude. Et le côté gauche était plus fréquemment atteint ce qui est à l'opposé du syndrome du canal carpien. Il s'agit

d'atteintes bilatérales dans 18,6 à 38,8% des cas (66,67). Et dans 54,7% des cas selon Assmus, c'était des formes idiopathiques (68).

Enfin, dans cette région, l'incidence des syndromes ulnaires correspond à un pour 13 canaux carpiens diagnostiqués. Selon l'expérience française, la table ronde de la 51^{ème} réunion du GEM-SFCM (2015) rapporte qu'on opère 8 canaux carpiens pour un canal ulnaire au coude.

Seror (69) compare la fréquence relative de ces deux syndromes canaux en France et aux Etats Unis. En effet, pour 10 poignets présentant un syndrome du canal carpien clinique, on retrouve 2 à 3 syndrome ulnaire clinique. Pour 10 poignets présentant de signes EMG de ralentissement de la conduction nerveuse au canal carpien, on retrouve 5 coudes présentant un ralentissement de la conduction nerveuse au tunnel ulnaire. 15% de ces syndromes carpiens diagnostiqués à l'EMG étaient silencieux cliniquement et 50 à 65% des syndromes ulnaires diagnostiqués à l'EMG étaient asymptomatiques. Pour l'auteur, ces neuropathies silencieuses finissent toujours pas devenir cliniquement symptomatique en quelques années chez ces individus prédisposés. De plus, en cas de persistance de signes cliniques au niveau de la main après libération du nerf médian au canal carpien peut être le fait d'un syndrome ulnaire non diagnostiqué. Il ne faut donc pas passer à côté du diagnostic associé de la neuropathie ulnaire au coude chez un patient présentant des signes évident de compression du canal carpien au poignet. Une exploration EMG complète du membre supérieur doit inclure les deux nerfs dans la démarche diagnostic.

F. Diagnostic de neuropathie ulnaire

1. Clinique

La symptomatologie neurologique est variable et dépend des fibres intéressées par la compression. Elle peut être à prédominance sensitive ou motrice. La symptomatologie est plutôt marquée au début par un engourdissement et des paresthésies, auxquelles s'associent parfois des douleurs sur le trajet du nerf ulnaire même si c'est moins classique. La douleur à la face médiale du coude doit faire rechercher des causes responsables de la compression ulnaire.

a. Troubles sensitifs

Les patients se plaignent de paresthésies positionnelles à recrudescence nocturne comme dans les autres syndromes canaux. Au début, elles sont positionnelles dues

à la flexion prolongée ou à la mobilisation répétitive du coude. Plus tardivement, elles deviennent permanentes.

Elles intéressent le territoire sensitif du nerf ulnaire, à savoir les faces palmaires et dorsales du 5^{ème} doigt et du bord ulnaire du 4^{ème} doigt, le bord ulnaire de la main et l'éminence hypothénarienne. Plus rarement, on retrouve des douleurs dans le territoire du nerf ulnaire.

Ces troubles sensitifs sont objectivés par différents tests cliniques comme le test de Weber, qui recherche la plus petite distance discriminante entre deux points et qui est pathologique au delà de 5 mm.

b. Troubles moteurs

On retrouve à l'interrogatoire une maladresse, des lâchages d'objet car les doigts ulnaires sont très importants pour la fonction de préhension.

Inspection :

On retrouve à l'examen clinique une amyotrophie des muscles intrinsèques de la main innervés par le nerf ulnaire. L'aspect de la main est modifié surtout par l'atrophie du muscle 1^{er} interosseux dorsal, remarquable car au niveau de la face sociale de la main, et par une attitude en griffe des doigts ulnaires.



Figure 21 Aspect de main de prédicateur caractéristique d'une atteinte ulnaire

- *Amyotrophie du premier espace (1^{er} interosseux dorsal)*
- *Amyotrophie de l'éminence hypothénar*
- *Griffe ulnaire de D4 D5*



Figure 22 Photographie de deux mains atteintes de neuropathie ulnaire montrant l'atrophie musculaire et l'abduction spontanée du 5^{ème} doigt

Au total, à l'examen clinique, l'atteinte ulnaire associe :

- Amyotrophie du premier espace (1^{er} interosseux dorsal) que l'on voit à un stade avancé et qui entraîne un aplatissement de l'arche transversale de la main. Il faut la différencier de l'amyotrophie physiologique du sujet âgé.
- Amyotrophie de l'éminence hypothénar
- Griffes ulnaires dont il faut apprécier la réductibilité. En effet, cette griffe des doigts ulnaires tend à se fixer et crée un handicap important pour les fonctions de préhension. Il s'agit de la déformation progressive de main en position intrinsèque moins par atrophie et rétraction de muscles intrinsèques. La paralysie des interosseux et des lombricaux entraîne une hyperextension des metacarpo phalangiennes et une flexion des articulations interphalangiennes proximales et distales des doigts longs. Autrement connu sous le nom de signe de Duchenne ou main en griffe ulnaire. La présentation la plus fréquente se limite à une griffe des 5^{ème} et 4^{ème} doigts car l'innervation des muscles lombricaux de l'index et du majeur est souvent prise en charge par le nerf médian.
- Au niveau de pouce, dans les formes évoluées survient une perte de la flexion et de l'adduction de la metacarpo phalangienne du pouce. Pour pouvoir réaliser des pinces pouce index, le patient doit fléchir son articulation interphalangienne (signe de Froment) et à l'usage entraîne une instabilité de la metacarpo phalangienne. A terme, la déformation englobe une attitude en

hyper extension de la metacarpo phalangienne du pouce, plus connue sous le nom de déformation de Jeanne.

Testing moteur :

- une perte de force au dynamomètre de Jamar (pince et préhension globale)
- Pinch test : testing de la force de la pince pouce index ou « key pinch ».
- Signe de Froment : signe pathognomonique d'une atteinte ulnaire, il correspond à une flexion marquée de l'articulation inter phalangienne du pouce lors de la pince pouce index. Il traduit la compensation de la perte de l'adducteur du pouce et du premier interosseux dorsal par le long fléchisseur du pouce innervé par le nerf médian. Ce signe a une valeur péjorative.
- Signe de Wartenberg : signe l'insuffisance des inter osseux. Sans interosseux, le 5^{ème} doigt se retrouve en abduction passive, progressive et permanente. Le patient se plaint que le petit doigt se coince quand il veut mettre la main dans la poche de son pantalon.
- Crossing finger test : juge de la difficulté à surcoiser le médius sur l'index
- Manœuvre de Bouvier (flexion en volet) : correspond à l'impossibilité de mettre la main « en position intrinsèque plus » (MP en flexion et IP en extension) du fait de l'absence de muscles intrinsèques.
- Testing du fléchisseur profond du V
- La paralysie du fléchisseur ulnaire du carpe et des fléchisseurs profonds des deux derniers doigts est plus rare

0 = Aucune contraction
1 = Contraction visible n'entraînant aucun mouvement
2 = Contraction permettant le mouvement en l'absence de pesanteur
3 = Contraction permettant le mouvement contre la pesanteur
4 = Contraction permettant le mouvement contre la résistance
5 = Force musculaire normale

Figure 23 Echelle de cotation du British Medical Research Council (BMRC)

Palpation :

Plusieurs tests de provocation ont été décrits pour le diagnostic clinique de la neuropathie compressive du nerf ulnaire au coude. A l'inverse des précédents éléments de l'examen clinique qui sont synonymes d'atteinte ulnaire aspécifique, les tests de provocation cherchent le caractère compressif de la neuropathie ulnaire.

- Signe de Tinel

L'opérateur applique du bout des doigts 4 à 6 petites tapes sur le trajet du nerf ulnaire juste proximal à l'entrée du tunnel ulnaire sur un coude à 45° de flexion. Si le sujet perçoit une sensation de décharge électrique ou des fourmillements dans le territoire du nerf ulnaire, le test est positif.

Présent, il est en faveur d'une souffrance ulnaire. Il a une sensibilité de 62% et une spécificité de 92% (70). Cependant, il ne suffit pas seul pour affirmer un syndrome ulnaire. Pouvant être présent chez des sujets sains, il doit s'associer au reste du cortège de signes cliniques pour être considéré comme pathologique.

- Elbow flexion test : Consiste à mettre le coude en flexion et supination, le poignet en extension. Ce test est positif si des paresthésies surviennent en moins de 3 minutes. Il peut être sensibilisé par la mise en abduction de l'épaule, auquel cas, il est positif si les fourmillements surviennent en moins de 30 secondes.

Rayan et al ont cependant montré qu'il est positif chez 24% des sujets sains (sensibilité de 75%) (71).

Par ailleurs, un autre test de provocation consiste en l'administration d'une pression directe par la main de l'examineur sur le tunnel ulnaire pendant 60 secondes. Il est positif si il survient des fourmillements dans le territoire ulnaire. Ce test a une sensibilité de 89%.

Enfin Novak et Mackinnon (72) ont décrit dans leur étude une combinaison d'un test de flexion provoquée du coude avec une pression directe par l'examineur sur le nerf ulnaire à l'entrée du tunnel ulnaire. Ce test combiné a selon les auteurs une sensibilité de 91% à 30 secondes, une spécificité de 97% et une valeur prédictive positive de 93% et négative de 96%.

- Cheng (73) a publié le « scratch collapse test » en 2008 consistant à plusieurs manipulations : tout d'abord le patient doit résister à l'examineur en adduction d'épaule coude fléchi de manière bilatérale, puis l'examineur

gratte la peau du patient dans le territoire du nerf ulnaire comprimé, puis l'examineur applique de nouveau une contrainte en adduction des deux membres supérieurs. Le test est positif si le patient présente une perte temporaire de la rotation externe contre résistance. Dans la publication des auteurs, ce test avait une sensibilité de 69% comparée à la sensibilité du Tinel de 54% et du test de flexion compression du coude combiné de 46%.

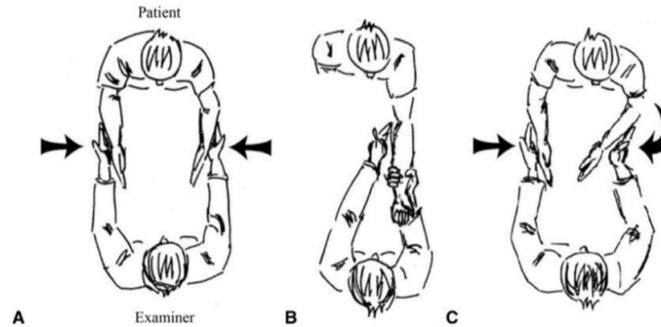


Figure 24 Scratch collapse test. Image de la publication originale de Cheng (73).

- Stabilité : La recherche d'une instabilité s'effectue de manière dynamique en demandant au patient de répéter des mouvements d'extension et de flexion du coude. Tout d'abord l'examineur observe le coude du patient à la recherche d'une luxation du nerf en avant. Puis l'examineur palpe la gouttière épitrochléo olécraniennne lors de mouvements actifs de flexion extension du coude à la recherche d'un ressaut du nerf (56).

2. Formes cliniques

On décrit trois formes cliniques :

- Forme douloureuse, paresthésiante
- Forme amyotrophiante, d'évolution insidieuse en rapide
- Forme aigue qui récupèrent bien

3. Paraclinique

a. Radiographie standard

La radiographie standard recherche d'une part les lésions anatomiques osseuses pouvant être la cause d'un syndrome ulnaire comme de l'arthrose ou un cal vicieux de la palette humérale. Elle est indispensable en cas de raideur, déformation ou douleur du coude.

L'incidence ulnaire épitrochléo retro olécranienne permet cependant de visualiser la gouttière retro condylienne. Il s'agit de l'incidence de Laquerrière et Pierquin.

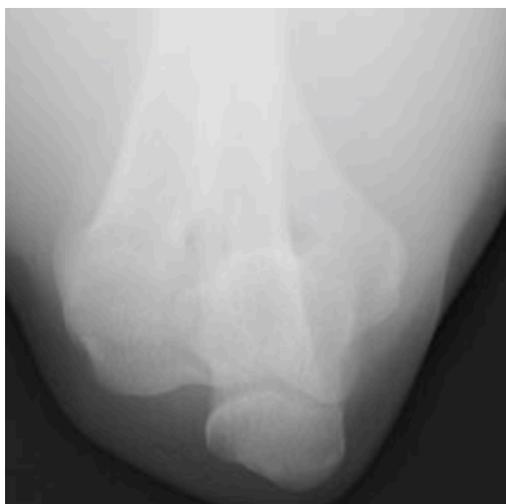


Figure 25 Incidence épitrochléo rétro olécranienne

b. EMG

L'electro myo gramme est indispensable dans les syndromes neurologiques compressifs. Il permet de faire le diagnostic positif, d'apporter des éléments topographiques et de donner au patient une information pronostic en fonction de la sévérité de la compression. Enfin, il a une valeur médico légale qui le rend obligatoire avant toute chirurgie de décompression du nerf ulnaire au coude.

C'est un examen bilatéral et comparatif, qui est patient et opérateur dépendant. Il permet d'étudier les vitesses de conduction nerveuses sensitive et motrice, et dans un deuxième temps, d'étudier la réponse musculaire à la stimulation nerveuse au repos et lors de contractions musculaires volontaires. Un examen complet évalue toujours le nerf ulnaire, le nerf médian et le plexus et permet ainsi de retrouver un syndrome

canalaire associé (carpien ou défilé cervico thoracique) ou de faire le diagnostic différentiel avec une atteinte nerveuse d'une racine cervicale (C8) ou du plexus brachial ou avec une polyneuropathie. En pratique, l'opérateur utilise les techniques suivantes :

- Mesure des vitesses de conduction nerveuses en stimulo détection au niveau du poignet et en proximal et en distal par rapport au coude (à une distance d'au moins 10 cm).
- Examen des potentiels d'action moteurs du muscle abductor digiti minimi ou du muscle interosseus dorsalis I (souvent plus sévèrement atteint).
- Mesure de la conduction nerveuse sensitive (ortho et antidromique) après stimulation nerveuse en proximal et en distal du tunnel ulnaire, et au niveau du poignet
- Comparaison des vitesses de conduction avec celles du nerf median ipsilateral ou avec celles du nerf cutané médial de l'avant bras pour exclure une polyneuropathie ou une affection du plexus brachial.
- La détermination des latences distales motrices est également importante pour le contrôle intra individuel
- Enfin, pour améliorer sa sensibilité, l'opérateur mesure les vitesses de conduction sur plusieurs segments différents en amont du poignet, et en amont et en aval du coude, étagées selon la technique de l'inching décrite par Kimura en 1978. En pratique, le terme inching est incorrect car il ne s'agit pas d'inch mais plus d'une distance de 1 à 2 cm. Cette technique de détermination des vitesses de conduction étagée est très utilisée pour localiser le site de compression nerveuse d'un syndrome ulnaire, d'un syndrome carpien ou d'une compression du nerf fibulaire. Lorsqu'on croise le site de compression, l'amplitude des potentiels augmente brutalement ce qui a une valeur localisatrice.

Lors d'un syndrome ulnaire au coude, on retrouve à l'EMG :

Etude de conduction nerveuse motrice:

- Atteinte myelinique
 - o Ralentissement de vitesses de conduction du nerf ulnaire au coude de plus de 10 m/s par rapport au côté opposé

- Vitesses de conduction < 50 m/s
- Atteinte axonale
 - Diminution de l'amplitude des réponses au coude par rapport au poignet
 - Bloc de conduction si les amplitudes sont diminuées de plus de 50% par rapport au côté controlatéral

Etude de conduction nerveuse sensitive : moins informative

- atteinte myelinique
 - Ralentissement des vitesses orthodromiques et antidromiques au coude
- atteinte axonale
 - Diminution de l'amplitude des réponses au coude de plus de 50% par rapport au côté opposé

Etude en détection :

- au repos :
 - muscles proximaux : potentiels de fibrillation, vagues positives signant une atteinte axonale
 - muscles distaux
- en contraction : pauvre avec respect du PL (C7) et APB (C8 - nerf médian)
 - une diminution significative de plus de 20% des potentiels d'action moteurs après stimulation proximale par rapport à une stimulation distale

Recherche de la localisation de la compression nerveuse :

- technique de l'inching : diminution brutale de l'amplitude des potentiels d'action au niveau de la compression.

Agnew et al (74) ont comparé les résultats électro myographiques obtenus par cette technique à leur constatation per opératoire de libération endoscopique du nerf ulnaire au coude. Ils n'ont retrouvé aucune compression au niveau de l'arcade de Struthers à l'EMG ou en per opératoire. Les auteurs retrouvaient une corrélation entre

les résultats de l'EMG et leurs constatations per opératoires dans la majorité des cas (13/16 patients). Pour la plupart des patients, les sites compressifs étaient soit le fascia d'Osborne, soit l'aponévrose d'Amadio et Beckenbaugh, soit le muscle FCU lui même. L'EMG était probablement mis en défaut lorsque le site compressif était profondément enfoui sous la masse musculaire du FCU et donc moins accessible à la technique de détection per cutanée selon les auteurs.

Il faut également noter que la précision de l'examen est dépendante de l'opérateur et de la technique utilisée.

En conclusion, il s'agit d'un examen de référence. La sensibilité de cet examen est de 83%. Bien réalisé et potentialisé grâce à la technique de l'inching, sa sensibilité est de 89%. Un examen négatif n'élimine pas le diagnostic cependant. Pour augmenter sa sensibilité, cet examen peut être couplé à une échographie surtout si ce dernier est normal pour poser le diagnostic. Le fait de coupler l'EMG avec une échographie augmente la sensibilité à 93% quand il y a une atteinte axonale selon l'étude d'Omejec (75) et à 98% selon l'étude de Beekman (76).

c. Echographie

L'échographie est indiquée surtout si l'EMG est normal. Il s'agit d'un examen statique et dynamique, bilatéral et comparatif.

Elle a été introduite dans la démarche diagnostic du syndrome ulnaire par une étude de Beekman en 2004 (76).

Comme tout examen échographique, il s'agit d'un examen opérateur dépendant mais qui a l'avantage d'être dynamique et bilatéral et comparatif. C'est également un examen non invasif et peu onéreux.

Pour le diagnostic positif d'une neuropathie ulnaire compressive, il recherche une modification de l'écho structure du nerf au niveau du coude. En effet, à l'échographie, l'aspect échographique nerveux correspond à sa structure histologique. Dans un nerf normal, on retrouve bien à l'échographie l'aspect fasciculaire intra nerveux.

Dans le cadre d'un syndrome compressif ulnaire, on retrouve à l'échographie :

- Une perte de l'écho structure fasciculaire
- Un nerf hypo échogène, dédifférentié, inhomogène

- Une augmentation de volume du nerf ulnaire (8 +/- 3 mm² au coude).

Dans certains cas, on observe une déformation en sablier à un endroit où le nerf est comprimé avec une hyperhémie à l'étude associée par doppler. L'échographie permet donc également un diagnostic topographique.

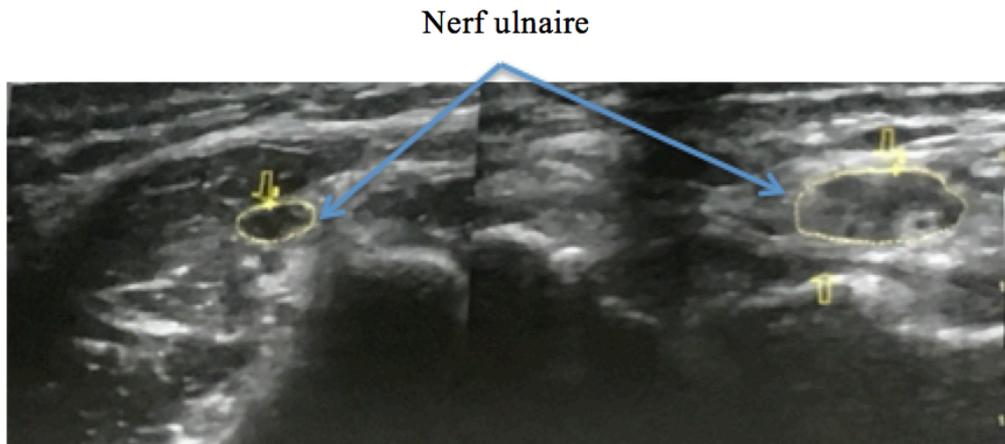


Figure 26 Aspect échographique d'un syndrome compressif ulnaire en coupe axiale au niveau du coude

- à gauche, l'aspect normal d'un nerf ulnaire sain
- à droite, un aspect pathologique avec un nerf augmenté de volume, d'écho structure hypoéchogène, dédifférenciée et avec une perte de sa structure fasciculaire.

L'échographie permet également de tester la stabilité du nerf car c'est un examen dynamique.

Enfin, l'échographie peut participer au diagnostic étiologique par la recherche d'une cause locale anatomique:

- snapping triceps (hypertrophie du chef médial)
- convexité du ligament collatéral médial
- hypertrophie du fascia d'Osborne
- hypoplasie de la gouttière rétro condylienne
- muscle anconéus epitrochearis
- kyste

Cet examen est sensibilisé par la technique du balayage cranio caudal et axial qui le rend reproductible (technique de l'ascenseur).

Dans la littérature, le rôle diagnostique de l'échographie est établi par plusieurs publications pour la mise en évidence d'une compression ulnaire au coude (76–79). En effet, cet examen permet de visualiser clairement le site de compression ulnaire et le pseudo névrome ulnaire. Il permet également de visualiser les causes possible de compression (ostéophyte, tumeur, muscle anconeus epitrochlearis ou panus inflammatoire). L'échographie sert également d'aide à l'injection de corticoïdes en guidant l'infiltration (80).

Enfin, à l'instar des techniques écho guidées de libération du canal carpien, Poujade et al (81) ont développé en 2014 une technique de libération du nerf ulnaire au coude, percutanée, écho guidée et qui permet de libérer toutes les structures compressives préalablement citées (de l'arcade de Struthers à l'aponévrose d'Amadio et Beckenhaus). Cette technique a permis dans leur étude cadavérique une libération complète de 89% des structures et de 100% des structures compressives, sans morbidité, sans déplorer aucune lésion des branches motrices du FCU ni du nerf ulnaire et sans entraîner d'instabilité du nerf ulnaire en fin de procédure. Selon les auteurs, il semble que cette procédure est non seulement faisable mais aussi sûre et efficace. Le nerf ulnaire a une très bonne échogénéité dans cette région anatomique. De plus, cette procédure semble être reproductible et avec une courte courbe d'apprentissage pour des praticiens habitués à l'échographie. L'avantage d'une libération in situ guidée par échographie est également selon les auteurs de libérer de manière sélective les sites anatomiques où le nerf semble effectivement comprimé.

En conclusion, l'échographie semble avoir l'avantage d'un outil disponible, peu onéreux et non invasif et efficace pour le diagnostic positif, topographique, étiologique voir pour guider le geste thérapeutique. La sensibilité de l'échographie est de 80% et sa spécificité de 91%. Couplée à l'EMG, la sensibilité augmente à 98% (76). Elle a d'ailleurs une meilleure valeur localisatrice que l'EMG. Cependant elle a l'inconvénient d'être opérateur dépendant et dynamique donc dont les constatations ne sont pas vérifiables par le chirurgien. Il peut donc être intéressant de faire réaliser cet examen, notamment en cas de doute à l'EMG, par un opérateur entraîné.

d. IRM

L'utilité de l'IRM pour le diagnostic de neuropathie ulnaire au coude a été validé par l'étude de Vucic (82).

Les signes pathologiques retrouvés à l'IRM sont les suivants :

- Hyper signal en pondération T2
- Différence de surface
- Modifications histologiques, perte de la structure fasciculaire nerveuse (sensibilité 74% et spécificité 100%)
- Souffrance musculaire si denervation
- Tractographie
- Localisation du site compressif
- Recherche d'une étiologie d'un syndrome secondaire (post traumatique, ganglion, anomalie musculaire, autre occupying process.)

La sensibilité de l'IRM est meilleure que l'EMG. Cependant, la mauvaise disponibilité de cet examen et son coût ne justifient pas son utilisation en pratique courante.

En conclusion, le diagnostic de compression du nerf ulnaire au coude est un faisceau d'argument. Les tests de provocation clinique ne suffisent pas seuls à faire le diagnostic positif de neuropathie ulnaire primitive au coude. L'évaluation électromyographique est nécessaire pour confirmer le diagnostic, quantifier la sévérité de la maladie et identifier la topographie de la compression. Il s'agit également d'une obligation médico légale. Enfin, en cas d'examen normal ou de doute diagnostique, il faut compléter le bilan par un examen d'imagerie comme l'échographie pour compléter le diagnostic positif, étiologique et topographique.

G. Diagnostic différentiel

En cas de symptomatologie atypique, il est toujours nécessaire de rechercher un diagnostic différentiel. On peut rechercher les pathologies suivantes :

- paralysie aigue par pression exogène au niveau du tunnel ulnaire par appui au niveau de la gouttière retro condylienne. Dans ce cas, il peut y avoir de manière brutale un bloc de conduction partiel ou complet voir un axonotmésis

en fonction du degré de sévérité de la compression. La régénération du nerf sera spontanément favorable et peut prendre jusqu'à 1 an en cas de lésion axonale.

- Radiculopathie C8 :

L'atteinte sensitive C8 ne touche pas le 4^{ème} doigt mais à l'inverse concerne tout le bord cubital de D5, de la main et de l'avant bras.

L'atteinte motrice C8 provoque des déficits incomplets dans tous les muscles intrinsèques de la main tandis que le FCU et les FDP des 4^{èmes} et 5^{èmes} doigts ne sont pas atteints.

- Paralysie du plexus brachial
- Poly neuropathie héréditaire
- Lésion ulnaire distale (rameau profond du nerf ulnaire) au niveau du canal de Guyon
- Sclérose latérale amyotrophique : mime la lésion motrice lorsqu'elle est localisée. Elle ne présente aucune atteinte sensitive car il s'agit d'une pathologie du motoneurone alpha isolée dans la corne antérieure de la moelle épinière.
- Epicondylite médiale (pathologie du golfeur)
- Syndrome de Parsonage - Turner

H. Classifications

En 1950, Mac Gowan (83) a défini trois stades de sévérité de la neuropathie ulnaire, en fonction de l'atteinte neurologique, indépendamment de l'étiologie de la compression.

Le grade 1 correspondait à des lésions minimales avec des paresthésies dans le territoire du nerf ulnaire et une sensation de maladresse de la main atteinte. Il n'y avait pas à ce stade d'atteinte motrice objectivée. Pour ces patients, le nerf ulnaire avait un aspect normal en per opératoire.

Le grade 2 correspondait à des lésions intermédiaires, c'est à dire des paresthésies voir une anesthésie dans le territoire ulnaire et une faiblesse musculaire objectivée au testing des muscles inter osseux. Les auteurs ont retrouvé que les muscles interosseux étaient plus souvent atteints que les thénariens ou les muscles de l'avant bras et ils ont donc décidé d'utiliser les muscles inter osseux dans la classification des lésions

neurologiques. En per opératoire, ils avaient retrouvé un névrome fusiforme dans la moitié des cas et dans les autres cas, un nerf fibreux, adhérent aux plans profond.

Le grade 3 correspondait à des lésions sévères avec une paralysie complète des interosseux en pré opératoire ou d'un autre muscle intrinsèque, une atteinte varié des muscles thénariens et des muscles proximaux, et une anesthésie complète dans le territoire du nerf ulnaire. Pour tous, ils ont retrouvé en per opératoire un névrome fusiforme ou un tronc nerveux gonflé pathologique.

Dans cette étude, les 46 patients étudiés ont été traités par transposition antérieure sous cutanée.

Mac Gowan a également corrélié sa classification aux résultats : pour les patients atteints d'un grade 1, tous ont été soulagés immédiatement après l'opération et n'ont pas eu de récurrence de la neuropathie après un suivi de deux ans. Pour ceux présentant une neuropathie de grade 2, la grande majorité avaient une amélioration de la fonction de leur main dans les deux semaines post opératoire avec une diminution voir une disparition des paresthésies. Dans 92% des cas, ils avaient une récupération musculaire des muscles inter osseux contre pesanteur et contre résistance. Par contre, les patients atteints d'une neuropathie de grade 3 avaient une récupération motrice partielle et tardive. Ils avaient tous une amélioration de la sensibilité cependant. Il s'agit donc d'une classification pronostique.

TABLE 2. McGowan Classification System	
Grade	Description
0	No symptoms
1	Minimal lesions, paresthesia and dysesthesia, no wasting or weakness of ulnar intrinsic muscles
2	Intermediate lesions, weakness and wasting of interossei, although some voluntary power is retained
3	Severe lesions, paralysis of interossei and marked weakness of the hand

Figure 27 Classification de Mc Gowan (1950)

La classification de Mc Gowan a d'abord été modifiée par Goldberg en 1989 (84). Les auteurs ont inclus une sub division du grade 2 sur la base de l'extension motrice pour avoir une plus grande discrimination du pronostic d'évolution post opératoire.

Classification de Mc Gowan modifiée par Goldberg (1989)

Type 1 : formes subjectives

Type 2 :

2A : hypoesthésie, diminution de force sans amyotrophie (M4 et M5)

2B : hypoesthésie, diminution de force avec amyotrophie (M3)

Type 3 : formes déficitaires (déficit musculaire marqué M1 ou M2, atrophie des intrinsèques, anesthésie sensitive)

L'étude de Goldberg correspondait à une étude rétrospective incluant 48 coudes, tous opérés d'une épicondylectomie selon la technique décrite par King. Dans cette étude, tous les patients atteints d'un grade 1 ont eu une rémission complète des symptômes sauf un qui est resté classé en stade 1 malgré une amélioration des symptômes. Pour les patients atteints d'un grade 2A, 45% ont eu une récupération complète, 5% sont passés à un grade 1 et 50% sont restés à un grade 2 pour la persistance de signes moteurs. 100% ont eu une amélioration sur le plan sensitif avec un test de discrimination deux points normal. Pour les patients atteints d'un stade 2B, seuls 11% ont eu une récupération complète, les 89% autres étant restés à un grade 2 avec 78% de la normalisation du test de discrimination deux points. Pour les patients atteints d'un grade 3, 83% sont restés classés dans le même groupe bien que tous ont eu une amélioration de leurs symptômes, notamment sur le plan de la douleur et des signes sensitifs et 17% sont passés à un grade 2. Pour les auteurs, cette classification de Mc Gowan, modifiée par Goldberg, avait donc une bonne valeur pronostique de l'évolution de la neuropathie ulnaire au coude après traitement chirurgical. Ils retrouvaient également que la présence de comorbidités (diabète, alcoolisme, ..), d'anomalies osseuses radiologiques (cubitus valgus, cal vicieux, post fracturaire, ..) ou une évolution des symptômes depuis plus d'un an étaient plus à risque de neuropathies évoluées et donc d'une moins bonne récupération nerveuse post opératoire.

Une autre classification a été proposée par Dellon en 1989 (85) sur l'inspiration de la classification de Curtis et Eversmann pour la neuropathie du nerf médian au canal carpien. Elle est basée sur une analyse fine de la sensibilité et de la motricité grâce

aux concepts contemporains des compressions nerveuses chroniques et de leur diagnostic. Les auteurs ont pu appliquer cette classification à 1435 patients dans leur revue de la littérature.

Figure 28 Classification de Dellon (1989)

Table I. Staging of ulnar nerve compression at the elbow²²

Mild	
Sensory:	Paresthesias come and go Vibratory perception increased
Motor:	Subjective weakness, clumsiness or loss of coordination
Tests:	Elbow flexion test and/or Tinel's sign may be positive
Moderate	
Sensory:	Paresthesias come and go Vibratory perception normal or decreased
Motor:	Measurable weakness in pinch and/or grip strength
Tests:	Elbow flexion test and/or Tinel's sign are positive Finger crossing may be abnormal
Severe	
Sensory:	Paresthesias are persistent Vibratory perception decreased Abnormal two-point discrimination (static ≥ 6 mm, moving ≥ 4 mm)
Motor:	Measurable weakness in pinch and grip plus muscle atrophy
Test:	Positive elbow flexion test and/or positive Tinel's sign may be present Finger crossing usually abnormal

Dans la pratique clinique du service, nous utilisons la classification de Mc Gowan modifiée par Goldberg pour évaluer la sévérité pré opératoire des patients présentant un syndrome de compression ulnaire au coude.

I. Traitement non chirurgical

1. Indication

Selon la revue de la Cochrane de Caliandro et al (86), nous ne savons pas quand traiter un patient de manière chirurgicale ou non. Il semble que le traitement non chirurgical puisse être efficace sur l'amélioration clinique des syndromes ulnaires légers à modérés en se basant sur le repos, l'éviction des mouvements ou des positions déclenchant les douleurs et le port d'une attelle nocturne pendant 3 mois.

Selon Palmer (87), dans sa mise à jour sur la prise en charge des syndromes ulnaires, les syndromes ulnaires légers peuvent être traités en l'absence de chirurgie. Il semble qu'il y ait une tendance à la récupération spontanée pour des patients ayant des symptômes légers ou intermittents grâce à l'éviction de causes provocatrices de ces symptômes. A l'inverse, des patients souffrant de symptômes permanents ou d'atrophie musculaire nécessitent un traitement chirurgical. Les méthodes les plus communément décrites du traitement conservateur sont la modification des activités, des attelles permettant d'éviter la flexion complète ou répétitive, des techniques de kinésithérapie comprenant des exercices de mobilisation nerveuse pour améliorer l'excursion nerveuse.

2. Principes

- Immobilisation antalgique
- Eviction des activités douloureuses ou à risque, règles hygiéno diététiques.
- Attelles nocturnes d'immobilisation du coude : immobilisation par une attelle sur mesure thermo formée brachio ante brachio palmaire (30° de flexion du coude, 10-20° de pronation de l'avant bras, poignet en position neutre) pendant une durée de 6 mois (88)
- Repos
- Kinésithérapie : exercices de glissement nerveux (89)
- Rééducation : renfort musculaire, adaptation posturale
- Infiltrations locales (corticothérapie, anesthésiques locaux) dans le tunnel ulnaire : abandonnées aujourd'hui (90)

3. Résultats

La littérature est assez pauvre concernant l'évaluation de l'efficacité des techniques conservatrices dans le syndrome ulnaire.

Dellon (91) a observé 128 patients qui présentaient une neuropathie ulnaire soit à un stade infra chirurgical soit qui refusaient la chirurgie pendant un délai moyen de 58,6 mois. Ils étaient traités par des consignes d'éviction seules pour limiter la flexion du

coude au quotidien (tenir le téléphone dans l'autre main, éviter la station bras croisés, utiliser un dispositif pour ne pas tenir son livre, ajuster la hauteur de la table de travail et porter des attelles de limitations de la flexion nocturne). La durée du traitement était de 3 mois minimum et les patients étaient suivis régulièrement. Les courbes de survie à 58 mois montrent qu'une sanction chirurgicale n'a pas été nécessaire pour 89% des patients présentant une neuropathie légère, 67% pour ceux présentant une neuropathie modérée et 38% pour une neuropathie sévère. Cette étude montre que si un patient a une neuropathie légère et qu'il commence un traitement conservateur, la probabilité qu'il soit opéré est de 21% dans les 6 ans. Pour un patient avec une neuropathie modéré, la probabilité est de 33% dans les 3 ans. Et pour ceux présentant une neuropathie sévère, la probabilité d'une sanction chirurgicale dans les 3 ans est de 62%.

Oskay et al (89) ont suivis 7 patients présentant une neuropathie légère à modérée selon la classification de Mc Gowan et qui ont été traités pendant un an par des techniques de mobilisation nerveuses associée à des renforcements musculaires, des adaptation posturales et des modifications ergonomiques. Ces techniques sont réputées pour permettre d'améliorer l'excursion nerveuse et donc de diminuer la compression locale. Pour les auteurs, à un an, tous les patients présentaient une régression de la neuropathie ulnaire avec une amélioration de la force de préhension globale et de la pince fine et une amélioration des scores fonctionnels. Le traitement conservateur peut donc être bénéfique pour des patients sélectionnés présentant une neuropathie ulnaire légère à modérée.

Dans l'étude de Seror, 22 patients ont été traités par des attelles de limitation de la flexion du coude de port nocturne pendant 6 mois. Tous ont eu une amélioration des signes fonctionnels et electro myographiques à 1 an.

Svernlöv (92) cependant a comparé dans son étude randomisée trois méthodes conservatrices sur 70 patients avec des syndromes ulnaires légers à modérés selon la classification de Dellon. Le port d'attelle nocturne pendant 3 mois ou des exercices de glissement nerveux ne semblent pas apporter de supériorité pour leur part. Pour lui, aucun traitement conservateur ne permet d'amélioration sur la force musculaire. Seule une information sur les positions et les mouvements à éviter suffit pour améliorer les

signes fonctionnels subjectifs pour les syndrome ulnaire légers à modérés. Cependant dans cette étude, même si les deux premiers traitements ne font pas la preuve de leur supériorité, 89,5% des patients étaient améliorés au dernier suivi à 6 mois. Les auteurs concluent donc que la majorité des patients présentant un syndrome ulnaire léger à modéré auront des bénéfices à tirer du traitement conservateur.

Les infiltrations du tunnel ulnaire sont abandonnées aujourd'hui. Cette pratique ne semble pas apporter d'amélioration des symptômes par rapport au port d'attelle nocturne et peut être à l'origine de complications locales comme celle liée à une injection intra neurale, une atrophie nerveuse ou une dystrophie cutanée.

En conclusion, le but du traitement conservateur est d'éliminer ou de réduire la fréquence de la compression externe du nerf. L'éducation du patient semble être la base du traitement conservateur pour limiter les facteurs irritatifs au quotidien qui auto entretiennent la compression locale. Il consiste donc dans un premier temps par l'éviction des positions favorisantes et des mouvements répétitifs pendant une durée prolongée de 6 mois. Il peut être renforcé par la mise au repos du coude par des attelles posturales nocturnes qui limitent la flexion à moins de 60° qui semblent avoir fait la preuve de leur efficacité et par un programme de rééducation fonctionnelle. Le traitement non chirurgical isolé n'est permis que pour des formes primitives et de sévérité légère à modérée. Mais tous les patients ont un bénéfice à y gagner, que ce soit pour éviter ou retarder une sanction chirurgicale ou pour arrêter l'aggravation clinique de la neuropathie ulnaire vers une atteinte motrice de plus mauvais pronostic et pouvant être irréversible car il est prouvé (83,84) qu'une atteinte sévère aura une récupération partielle quelque soit la technique de libération utilisée.

J. Traitement chirurgical

Selon la dernière revue de la Cochrane en 2012 (86), les données actuelles ne permettent pas d'identifier le meilleur traitement pour la compression ulnaire primitive sur la base d'éléments clinique, neurophysiologique et d'imagerie.

Le traitement chirurgical est fréquemment discuté dans la littérature, aucune technique ayant fait la preuve de sa supériorité.

Les procédures les plus communes concerne la décompression in situ, la transposition antérieure sous cutanée, intra musculaire ou sous musculaire et l'épicondylectomie

médiale. Plus récemment, la tendance évolue vers des techniques mini invasives ou par une approche endoscopique pour réaliser des décompressions in situ voir des transpositions antérieures.

Le traitement est adapté en fonction de la sévérité de l'atteinte nerveuse, de la stabilité du nerf et de son étiologie. Toutes ces techniques sont efficaces pour le traitement de cette pathologie et leurs résultats sont équivalents. Le choix s'effectue donc selon de multiples facteurs, selon Palmer (87), et une seule attitude thérapeutique ne peut pas convenir à toutes les situations. L'important est de bien prendre en considération tous les sites de compression potentielle du nerf ulnaire et les causes potentielles du syndrome irritatif.

1. Indication du traitement chirurgical

Indication :

La présence d'un syndrome de compression ulnaire au coude conduit à une sanction chirurgicale dans plusieurs situations :

- forme primitive progressive malgré un traitement conservateur bien conduit
- forme secondaire (instabilité, cause articulaire, déformation du coude, etc..)
- forme sévère au moment du diagnostic avec atrophie musculaire (Mc Gowan III)
- forme récidivante

Délai opératoire :

Traditionnellement, les données de la littérature concordent sur le fait d'attendre 3 à 6 mois de traitement non chirurgical bien conduit avant de considérer l'échec thérapeutique et de passer à une sanction chirurgicale (87). Cependant, Cobb (93) voit les choses différemment : pour lui, le traitement conservateur est maintenu aussi longtemps qu'il est toléré par le patient. Par contre, dans sa pratique clinique, si le patient présente une maladie progressive avec atrophie musculaire, augmentation de la discrimination sensitive aux deux points, perte de force ou déstabilisation du nerf ulnaire et qu'il existe des signes pathologiques à l'ENMG, il considère le traitement conservateur comme un échec et propose une libération chirurgicale.

2. Voie d'abord

La voie d'abord utilisée pour l'abord du nerf ulnaire au coude est une voie d'abord médiale du coude. Elle est utilisée pour une exploration suture, libération ou transposition du nerf ulnaire.

Le patient est en décubitus dorsal, le bras en abduction, rotation externe et supination sur une table à bras. Le coude est surélevé sur un socle.

L'incision est centrée sur la gouttière épitrochléo olécranienne, longitudinale, courbe suivant l'axe du bras puis de l'avant bras et centrée sur l'épitrôchlée.

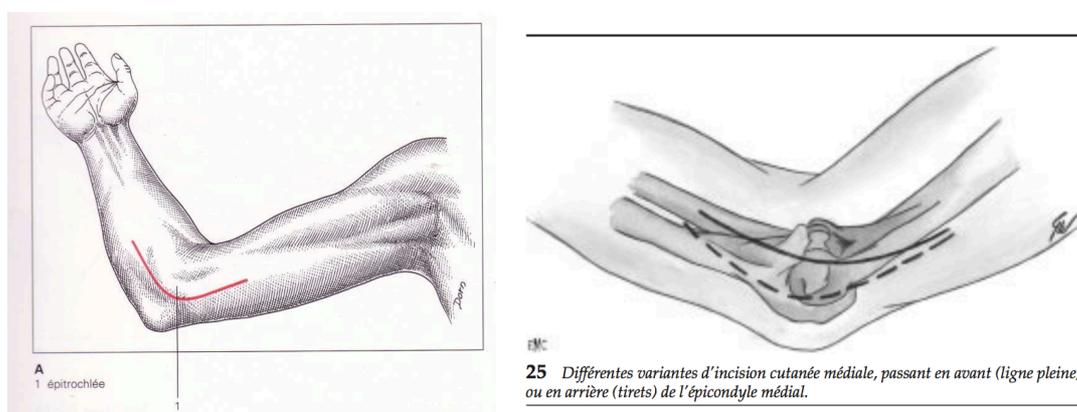


Figure 29 Représentation schématique de l'incision.

Reproduction tirée de l'ouvrage des Voies d'abord chirurgicales du membre supérieur

Raoul Tubiana, Christopher J McCullough, Alain C Masquelet

On repère le nerf cubital en amont du tunnel ulnaire sous le fascia musculaire en avant du chef médial du triceps. Il est accompagné par l'artère collatérale ulnaire supérieure qu'il faut respecter. On peut mobiliser le nerf ulnaire en prenant garde à ne pas léser les rameaux à destinée articulaire et le rameau moteur du fléchisseur ulnaire du carpe. Puis il faut ouvrir le tunnel ulnaire puis le fascia d'Osborne entre les deux chefs du FCU en contrôlant le nerf ulnaire.

3. Présentation des techniques chirurgicales à ciel ouvert

Notre volonté était de présenter ici les différentes techniques chirurgicales de libération du nerf ulnaire au coude par ordre d'apparition chronologique.

a. Transposition antérieure du nerf ulnaire

La transposition antérieure a été décrite pour la première fois par Curtis en 1898. L'objectif est triple : enlever tous les sites de compression, diminuer l'élongation nerveuse lors de la flexion du coude en diminuant la course nerveuse et en évitant de léser la vascularisation nerveuse. Cette intervention joue donc sur les composantes statiques et dynamiques de la compression nerveuse.

Par une incision longitudinale centrée sur la gouttière rétro olécraniennne, on aborde le nerf ulnaire et on libère tous les sites de compression en proximal et en distal comme dans la neurolyse in situ en respectant la vascularisation nerveuse. Cette libération est d'autant plus extensive qu'il faut éviter d'imprimer au nerf une chicane sur son nouveau trajet à un éventuel point de fixité. Enfin l'opérateur prépare un décollement sous cutané à la face antérieure de l'épitrôchlée pour fixer le nerf en avant de celle ci et donc du centre de rotation du coude. Plusieurs techniques de fixations ont été décrites. La technique originelle et la plus utilisée est celle d'une fixation sous cutanée : l'opérateur suture le derme à l'aponévrose musculaire en emprisonnant le nerf (Curtis 1898). Placer le nerf en sous cutané le rend plus vulnérable aux traumatismes, particulièrement chez les patients avec un maigre tissu sous cutané. De plus, le nerf est susceptible de se subluser dans sa position d'origine sauf si on l'emprisonne dans un tunnel fascial. Cependant, ce néo tunnel peut à son tour devenir le site d'une compression. Platt a décrit en 1926 la transposition intra musculaire consistant à fixer le nerf sous un lambeau musculaire d'épitrôchléens, ce qui permettrait selon les défenseurs de la technique de placer le nerf sur une ligne plus directe en avant du coude. Cette technique a été estimée dangereuse pour le nerf car le lambeau de fascia induit un potentiel site de compression et place le nerf dans le lit de tissus cicatriciels. Learmonth a décrit en 1942 la technique de transposition sous musculaire où le nerf est placé sous la masse des muscles épitrôchléens qui sont détachés de l'épicondyle médial. Le nerf est médialisé et placé à côté du nerf médian. Les muscles sont réinsérés sur l'épicondyle médial au dessus du nerf transposé en

position allongée. Après l'intervention, le coude est immobilisé 3 semaines pour permettre la cicatrisation tendineuse. Cette technique nécessite la plus grande libération du nerf pour pouvoir le mobiliser et donc est à risque de le dévasculariser. Il faut également réséquer le septum intermusculaire médial et ouvrir le tunnel ulnaire sous le FCU pour libérer largement le nerf et éviter un trajet en chicane car c'est la transposition la plus médiane. Enfin, cette dernière technique nécessite une immobilisation qui est préjudiciable.

Depuis, d'autres auteurs ont proposé de nouvelles méthodes de fixation du nerf ulnaire lors de transposition antérieure pour limiter les complications de cette technique.

- Enveloppement fascial (94)
- Lambeau adipeux (95)
- Excision du septum inter musculaire médial (96)

Historiquement, la technique de transposition antérieure nécessite la plus grande incision cutanée des techniques de libération du nerf ulnaire. De plus, les opposants de la technique avancent que la dissection étendue et circonférentielle du nerf serait dangereuse pour sa vascularisation. Enfin, il faut être très vigilant aux branches motrices à destination du FCU ou des FDP (41). Les techniques de transposition antérieure intra voir sous musculaire sont critiquables car elles entraînent le positionnement du nerf dans un nouveau tunnel, musculaire cette fois, pouvant à nouveau être responsable de sa compression. De plus, il faut libérer le nerf de manière extensive pour bien le médialiser au risque de le dévasculariser, et on place le nerf dans un lit cicatriciel propice à la formation d'une fibrose également responsable d'une récurrence du syndrome ulnaire. Enfin, la transposition sous musculaire nécessite des trois techniques la plus grande incision cutanée et la plus grande dissection pour pouvoir placer le nerf complètement sous la masse musculaire des muscles fléchisseurs pronateurs et une immobilisation préjudiciable. Ces techniques sont donc à éviter. Cependant, chez les patients fins, avec un faible tissu graisseux sous cutané, certains auteurs préconisent une transposition plus profonde (intra ou sous musculaire).

Dans la technique actuelle comme le décrit Mahan (97), la tendance évolue vers la chirurgie mini invasive avec un abord de 3 cm, une neurolyse extensive au doigt atraumatique et une transposition antérieure sous cutanée.

La revue de la littérature nous présente la technique de transposition antérieure comme une technique efficace permettant une amélioration clinique pour 83 à 98% des patients (96,98,99), sauf en cas de syndrome du défilé associé selon Lascar et Laulan (58) et un taux de satisfaction de patients de 96%. On ne retrouve aucune instabilité post opératoire. La méta analyse de Liu (100) portant sur 605 patients ne retrouva pas de différence significative entre une technique de transposition sous musculaire et une technique de transposition sous cutanée, cependant il retrouve plus d'évènements indésirables avec la transposition sous musculaire. Zarezadeh (101) ne retrouve pas de différence non plus entre ces deux techniques à l'exception de la douleur qui est moins importante dans les techniques de transposition sous cutanée. La tendance actuelle favorise l'utilisation d'une transposition sous cutanée, moins pourvoyeuse de complications, moins exigeante techniquement et surtout réalisable avec un abord plus petit.

Deux récentes méta analyses de la littérature ont comparé ces quatre techniques, décompression in situ et transposition antérieure sous cutanée, intra musculaire ou sous musculaire (102,103), et aucune des deux n'a mis en évidence la supériorité d'une technique.

En conclusion, il s'agit d'une technique efficace, fiable qui agit sur les composantes statiques et dynamique de la compression ulnaire au coude et avec une faible morbidité. Elle présente de bons résultats cliniques quelque soit la sévérité du tableau initial avec un faible taux de récurrence.

b. Neurolyse in situ

La neurolyse in situ a été décrite pour la première fois par Osborne en 1957 (2). Elle a l'avantage de permettre la libération du nerf ulnaire en cas de syndrome compressif sans modifier l'anatomie médiale du coude.

La neurolyse in situ est réalisée sous anesthésie générale ou loco régionale, un garrot à la racine du membre. Par une courte incision longitudinale de 6 à 10 cm centrée sur la gouttière rétro olécraniennne et sur le trajet du nerf ulnaire, on ouvre le tunnel ulnaire et aborde le nerf ulnaire. Il faut protéger les nerfs superficiels cutanés, branches du nerf cutané médial de l'avant bras. On ouvre en distal le fascia d'Osborne et tous les éléments qui brident le nerf en prenant garde à la branche motrice du FCU. Puis on libère en proximal, tous les points de compression, ainsi que l'arcade de Struthers si elle est présente sous contrôle de la vue. Le nerf est laissé dans son lit et non pas disséqué circonférentiellement des tissus conjonctifs environnant pour ne pas le dévasculariser. On contrôle en fin de procédure la stabilité du nerf ulnaire en flexion / extension. Si jamais il existe une subluxation du nerf ulnaire, on réalise une transposition antérieure par la même incision. Après une hémostase soigneuse, l'incision est refermée en deux plans étanches.

Les dernières évolutions de cette technique proposées sont des approches mini invasive par une incision de moins de 3 cm (104).

3 points justifient cette procédure

- physiopathologie
- anatomie
- analyse des résultats

La neurolyse in situ ouvre le tunnel ulnaire et diminue les pressions dans le tunnel ulnaire. Elle permet également de lever tous les sites de compression et de décroître les contraintes ulnaires de 30,5 à 5,5% selon Ochi (105).

Dans la littérature, plusieurs études comparatives prospectives randomisées ont montré que les résultats de la décompression in situ étaient équivalents de ceux attendus pour une transposition antérieure (106–108). Cette technique présente également un faible pourcentage d'échec. Dans l'étude de Goldfarb (109), 69 coudes ont été opérés par décompression in situ et parmi ces patients, 7% ont présenté une récurrence de la neuropathie ulnaire. Ces récurrences ont toutes été traitées avec succès par transposition antérieure sous musculaire. Pour l'auteur, la décompression in situ est une technique efficace et fiable avec un faible pourcentage d'échec ; et la

transposition antérieure peut être utilisée en cas de récurrence des symptômes. Karthik (110) a traité 30 cas atteints d'une neuropathie sévères (Dellon 3) et retrouve 80 % d'excellents et bons résultats.

On retient comme indication de décompression in situ les syndromes ulnaires idiopathiques, de stade modéré à sévère, en l'absence d'instabilité pré opératoire, et à l'exclusion, de précédente chirurgie de libération du nerf ulnaire.

Cette technique a l'avantage d'être simple, économique, ne demandant que quatre instruments et deux scalytiques, rapide et avec une faible courbe d'apprentissage. Elle entraîne un taux restreint de complication et de récurrence. Et on traite tous les sites de compression tout en préservant la vascularisation du nerf. Elle permet également une mobilisation post opératoire précoce.

Ses limites sont la nécessité d'une bonne connaissance de l'anatomie locale pour éviter de léser la branche motrice du FCU et les branches sensitive cutanée brachial médiale. Il y a un risque de persistance des signes fonctionnels lié au fait qu'on laisse le nerf ulnaire à sa place derrière l'épicondyle médiale et donc qu'il subsiste une tension résiduelle lors de la flexion du coude. Les récurrences peuvent également être liée au processus de fibrose cicatricielle qui peut comprimer le nerf. Enfin, il existe un risque d'instabilité du nerf post opératoire. Le taux de révision après neurolyse in situ varie en fonction des séries mais reste relativement faible aux alentours de 10%.

En conclusion, cette technique a l'avantage d'une procédure peu invasive qui permet une récupération rapide en minimisant le risque de complication et les coûts. Il faut cependant être vigilant aux branches superficielles du nerf cutané médial de l'avant bras et à la branche motrice du FCU.

c. Epicondylectomie médiale

Le données actuelles de la science ne permettant pas de mettre en évidence la meilleur stratégie chirurgicale, alors pourquoi pas l'épicondylectomie ?

D'après des études biomécaniques, l'épicondylectomie médiale diminue la pression intra neurale et la traction nerveuse lors de la flexion du coude mais facilite la luxation antérieure du nerf (111).

Mitchell et al (112) ont étudié la tension nerveuse après neurolyse in situ, transposition antérieure sous cutanée et épicondylectomie médiale dans une étude cadavérique et concluent que la neurolyse in situ soulage la pression sur le nerf ulnaire mais ne traite pas du problème de tension nerveuse en laissant le nerf en arrière de l'épicondyle médial ; de même pour l'épicondylectomie médiale. A l'inverse, les techniques de transposition antérieure entraînent une diminution de la tension nerveuse en flexion du coude et jouent ainsi sur la composante dynamique de la compression ulnaire au coude.

L'épicondylectomie médiale supprime l'obstacle compressif et agit ainsi comme une légère transposition antérieure sans les désavantages de la dévascularisation du nerf. Elle est particulièrement indiquée en cas de subluxation antérieure du nerf selon Muermans (113).

La technique a été décrite en premier par King en 1959 (114). Par un abord longitudinal médial centré sur l'épicondyle médiale, l'opérateur récline le nerf ulnaire et incise le périoste de l'épicondyle médiale de proximal en distal. L'épicondyle médial est exposé en sous périoste en laissant en continuité l'insertion des muscles fléchisseurs pronateurs avec un lambeau de périoste. On réalise une ostéotomie sagittale de l'épitrôchlée au ciseau à os. Il faut bien choisir son trait d'ostéotomie pour éviter de détacher de l'humérus du faisceau antérieur du ligament collatéral médial. Il faut également faire attention à ne pas faire d'effraction articulaire. Puis on referme les lambeaux de périoste pour isoler le nerf de la tranche de section osseuse. Et on réinsère les muscles épicondyliens médiaux.

Plusieurs techniques d'ostéotomie ont été décrites :

- Totale
- Partielle (> 40%)
 - o partielle frontale (115)
 - o partielle sagittale (116)
 - o médiale distale

- oblique médiale (117)
- minimale (< 20%) présentant moins d'instabilité en valgus par respect du ligament collatéral médial (118) et moins de risque d'instabilité nerveuse.

Elle a le mérite d'augmenter le diamètre du tunnel osseux ulnaire, de diminuer les forces de traction sur le nerf pendant la flexion du coude et de préserver son environnement vasculaire. Le nerf se positionne plus antérieurement durant la flexion du coude.

Cependant, il y a un risque de lésion nerveuse avec le ciseau à os. Le saignement post opératoire lié à la section osseuse entraîne un hématome qui peut comprimer le nerf et entraîner une fibrose cicatricielle. Il est difficile d'évaluer la taille de la résection osseuse et il peut survenir une instabilité médiale du coude voir de luxation après une épicondylectomie médiale par atteinte du ligament collatéral médial (25). Enfin, il y a un risque de frottement du nerf sur la tranche de section osseuse. De plus, se pose la question de la réparation du ligament épitrochléo olécranien en fin de procédure. En effet, si on ne répare pas le rétinaculum du tunnel ulnaire, il y a un meilleur taux de guérison du syndrome ulnaire mais un risque plus important de luxation nerveuse post opératoire (17%) et à l'inverse si on le répare, il y a un risque de récurrence important et de sténose (119). Les auteurs recommandent donc de ne pas réparer le ligament épitrochléo olécranien.

Les complications de l'épicondylectomie médiale sont non négligeables (113) et les descriptions ultérieures de la technique ont été reformulées pour limiter les complications secondaires aux résections osseuses trop importantes conduisant à une instabilité médiale du coude:

- Adhérences
- Raideur coude
- Instabilité en valgus du coude
- Faiblesse des fléchisseurs (5 à 15%)
- Récurrences (13%)

Dont les facteurs de risque sont le sexe féminin, l'âge compris dans la 3^{ème} ou la 4^{ème} décade, l'association avec un syndrome carpien ou un syndrome du défilé thoraco brachial.

- Douleur résiduelle (20%) soit par sensibilité osseuse, soit par névrome du nerf cutané médial de l'avant bras

La revue de la littérature retrouve une amélioration, c'est à dire le gain d'un grade sur une échelle de sévérité pré opératoire (Dellon ou Mc Gowan), avec les épicondylectomie totale pour 90% des patients en moyenne selon les études (120). Les résultats varient de 67 à 93% de patients améliorés pour les épicondylectomie médiale partielles (113,115,117); et de 66 à 94% pour les épicondylectomie minimales (121). Cependant les méta analyses de Bartel et de Mowlawi (66,122) comparant toutes les techniques de libération du nerf ulnaire au coude ne retrouvent pas de différence significative en fonction de la technique utilisée sauf peut être des résultats plus mitigés pour les épicondylectomie médiales.

Une étude comparative réalisée par Baek (123), comparant rétrospectivement les résultats de l'épicondylectomie médiale partielle à ceux de la transposition antérieure sous cutanée, n'a pas montré de différence statistiquement significative. Cependant, les patients étaient traités par épicondylectomie seule versus épicondylectomie associée à une transposition antérieure du nerf ulnaire, ce qui n'est pas classique dans les techniques de transposition. Capo (124) conclut que la raison qui peut faire préférer une épicondylectomie médiale à une transposition est que c'est une technique moins difficile techniquement avec moins de dissection du nerf ulnaire.

En conclusion, l'épicondylectomie médiale a toujours ses partisans et présente de bons résultats cliniques, surtout pour les formes les moins sévères. Cependant, elle présente potentiellement plus de complications que les techniques précédentes.

4. Choix de la technique

Actuellement, la prise en charge d'un syndrome ulnaire au coude ne répondant pas à un traitement médical conservateur bien conduit est la neurolyse in situ ou la transposition antérieure sous cutanée. La neurolyse simple a une moindre morbidité (125) mais la transposition sous cutanée permet des résultats plus complets (103). La

revue de la Cochrane (86) conclut également que la décompression in situ et la transposition antérieure sont équivalente sur l'efficacité du traitement du syndrome ulnaire idiopathique, quelque soit le stade de sévérité de la compression. La transposition antérieure est par contre pourvoyeuse d'un plus grand nombre de complication, notamment d'infections cutanées superficielles.

Un algorithme décisionnel publié par Palmer en 2010 (87) concluait que le choix des traitements du syndrome ulnaire primitif était basé sur les préférences de chacun plus que sur l'Evidence Based Medicine. La plupart des études comparatives montrent des résultats équivalents sans différence statistiquement significative. Les auteurs semblent être d'accord sur le fait que la procédure la plus simple doit être utilisée prioritairement en première intention. Dans presque tous les cas, la décompression in situ est efficace et suffisante. Dans le futur, la technique la plus simple pourrait devenir la décompression endoscopique. Cependant, pour certains, petite incision ne rime pas avec simplification, bien au contraire. Le choix est laissé à l'opérateur de choisir la technique la plus reproductible dans ses mains et la plupart des chirurgiens ne sont pas encore familiarisés avec les techniques endoscopiques.

Dans certaines situations, d'autres techniques chirurgicales sont recommandées. En cas de subluxation nerveuse lié à une hypermobilité du nerf, la décompression in situ ne sera pas efficace pour traiter la source de l'irritation nerveuse, dans ce cas, la translation du nerf sur l'épicondyle médial. Dans ce cas, la transposition antérieure est recommandée. De même, pour les patients atteints de neuropathie ulnaire secondaire à une raideur du coude post traumatique, pour lesquels la flexion est limitée par la symptomatologie ulnaire. La décompression in situ permettra de lever les symptômes mais la cicatrice fibreuse des ligaments, capsule, muscles du traumatisme initial risque de limiter la mobilité du nerf ulnaire et la dissection circonférentielle du nerf est nécessaire pour diminuer les chances de récurrence de la neuropathie ulnaire. Cependant, une libération extensive est à risque de subluxation du nerf post opératoire et de plus, l'allongement du nerf derrière l'épicondyle médial dans ce contexte d'anatomie modifiée et de tissus cicatriciels risque d'être plus important et donc à risque d'échec de la procédure de libération. Dans ce contexte, les auteurs recommandent également une transposition antérieure, permettant une neurolyse complète et un relâchement du nerf lors de la flexion du coude. Dans la même idée, pour les sportifs de lancé ayant une déformation du coude en valgus et pour les paralysie ulnaires avancées, ces mêmes auteurs préfèrent la transposition in situ.

Enfin, si on retrouve en fin de procédure de libération in situ une subluxation du nerf, alors une transposition antérieure est nécessaire. Chez la plupart des patients, une transposition antérieure est adéquate.

En terme de cout de santé, Bartels et al (126) ont montré dans une deuxième étude en 2005 que le coût total par patient était de 1124 euros pour une décompression in situ et de 2730 euros pour une transposition antérieure sous cutanée aux Pays Bas.

Pour conclure, on retient des études comparatives les recommandations suivantes (68):

- la neurolyse in situ à ciel ouvert ou par technique endoscopique est le traitement de choix de la compression ulnaire au coude primitive (106,108) quelque soit le degré de sévérité de la neuropathie ulnaire (108).
- La neurolyse in situ peut également être réalisée en cas de subluxation du nerf ulnaire (106).
- La neurolyse in situ est également possible en cas d'arthrose post traumatique avec une déformation osseuse limitée, de muscle anconeus epitrochlearis et de snapping triceps.
- La transposition du nerf ulnaire est généralement recommandée en cas de déformation du coude post traumatique ou dégénérative (cubitus valgus), de lit fibreux cicatriciel de mauvais pronostic pour le nerf, de subluxation clinique authentifiée et douloureuse.

La table ronde de la 51^{ème} réunion du GEM-SFCM en 2015 concluait que pour un cas simple, c'est à dire, un syndrome ulnaire idiopathique sans instabilité pré ou per opératoire et quelque soit le stade de Mc Gowan, le chirurgien pouvait choisir une neurolyse in situ ou une transposition antérieure. Pour un cas complexe, c'est à dire, une forme secondaire, récidivante ou présentant une instabilité pré ou per opératoire, il valait mieux préférer une transposition antérieure. Le symposium concluait également qu'il fallait préférer des techniques de transposition antérieure sous cutanée plutôt que sous ou intra musculaire, plus dangereuses. Enfin, bien que moins pratiquée, l'épicondylectomie médiale a toujours sa place et ses indications.

Au total:

- Neurolyse in situ
 - Formes précoces (Mc Gowan stade I et IIA +/- IIB)
 - Absence de cause locale
 - Nerf stable en pré et per opératoire

- Transposition
 - Forme évoluée (Mc Gowan stade IIB ou III)
 - Cause locale identifiée
 - Nerf instable
 - Echec de le neurolyse in situ
 - ⇒ en privilégiant la transposition sous cutanée

5. Complications des techniques à ciel ouvert

De nombreuses complications ont été décrites. Certaines sont non spécifiques :

- L'hématome post opératoire est source de fibrose et de risque plus élevé de récurrence d'une part et d'autre part d'un risque plus élevé d'infection superficielle.
- Les lésions du nerf cutané médial de l'avant bras sont sources de névrome douloureux.

D'autres sont spécifiques d'une technique :

- Lors de neurolyse in situ, le risque majeur est la déstabilisation du nerf avec une tendance à la subluxation et à la friction sur l'épicondyle médial lors de mouvements de flexion du coude.
- Lors de transposition, le risque est de créer de nouveaux sites de compression en modifiant la course du nerf ulnaire, notamment au niveau du septum inter musculaire ou au niveau de la plastie de stabilisation ; de créer un flessum du coude après transposition sous musculaire, de dévasculariser le nerf lors de la dissection ou de léser de petites branches nerveuses à destinée articulaire.
- Lors d'épicondylectomie, le risque est de générer des douleurs post opératoires, de déstabiliser le coude en valgus, de créer des adhérences à

l'origine d'un taux non négligeable de récurrence et d'induire une raideur du coude.

6. Récurrence et échec

La récurrence décrite par Seradge en 1998 (120) correspond à la réapparition de symptôme après 3 mois ou plus post opératoire d'une chirurgie libératrice du nerf ulnaire chez un patient qui présentait une disparition complète des symptômes. Seradge reporte 13% de récurrences à 3 mois et plus et Lankaster et Giddins 10% à 10 mois.

L'échec, lui, est défini par Jackson et Hotchkiss (127) comme l'absence d'amélioration des symptômes post opératoire ou si les symptômes sont réapparus rapidement après la chirurgie.

Il est difficile de comparer les résultats de la littérature sur ce point car il n'y a pas de classification commune des résultats et une définition stricte des échecs versus récurrence manque dans la description de bons nombres d'auteurs.

Les récurrences après une procédure de libération du nerf ulnaire sont le plus souvent le fruit de décompression incomplète ou de fibrose cicatricielle péri neurale. La prise en charge de ces récurrences nécessite une libération complète de tous les sites potentiels de compression nerveuse. Cela inclut l'arcade de Struthers, le septum inter musculaire médial, l'épicondyle médial, le tunnel ulnaire, le fascia d'Osborne et l'aponévrose des pronateurs fléchisseurs. Une libération incomplète conduira indubitablement vers une récurrence ou une persistance des symptômes compressifs. Surtout après transposition antérieure, l'attention doit être fixée sur les sites proximaux et distaux à la recherche d'un effet kingking du nerf. Les options chirurgicales en cas d'échec de libération ulnaire sont les transpositions antérieures sous cutanées, intra musculaire ou sous musculaire. L'épicondylectomie médiale peut également être une option mais n'a pas la préférence des auteurs (87).

Gabel et Amadio (15) ont étudié 30 cas de reprises chirurgicales pour échec ou récurrence de la neuropathie ulnaire. Toutes les techniques étaient représentées comme procédure initiale dans cet échantillon. Le constat des auteurs lors de la reprise était la

présence d'une fibrose cicatricielle dans 80% des cas, et la survenue de 2 nouveaux sites de compression en moyenne par patient, correspondant soit au niveau du septum inter musculaire de l'arcade de Struthers, au niveau du tunnel ulnaire, du fascia d'Osborne, ou de l'aponévrose d'Amadio et Beckenbaugh. Les auteurs obtiennent dans leur série dans 68,75% des cas une amélioration clinique. L'analyse des mauvais résultats de leur série a montré qu'un âge supérieur à 50 ans, des signes électromyographiques de dénervation pré opératoire ou une transposition antérieure sous musculaire comme première procédure étaient associés à de plus mauvais résultats. Les auteurs concluent que pour qu'une reprise soit efficace, il faut examiner tous les sites potentiels de compression du nerf et les libérer.

Une procédure additionnelle pour la chirurgie de reprise de libération du nerf ulnaire consiste en l'adjonction d'un tissu de glissement autour du nerf pour refaire un lit sain moins pourvoyeur de fibrose cicatricielle. Cette option est indiquée en cas d'environnement hostile où il y a un fort risque de récurrence de la neuropathie ulnaire par piégeage du nerf dans une fibrose extensive. Les différentes options comprennent un enveloppement veineux, un enveloppement du nerf dans un lambeau de muscle triceps ou dans un lambeau graisseux pédiculé.

K. Focus sur la technique endoscopique

1. Histoire

La libération endoscopique du nerf ulnaire au coude a été décrite pour la première fois en 1995 par Tsai (128).

Pour l'auteur, le traitement chirurgical du syndrome du tunnel ulnaire d'origine primitive doit répondre aux principes suivants :

- libération de tous les sites de compression
- préservation de la vascularisation du nerf ulnaire au coude
- mobilisation précoce post opératoire
- en présence d'une subluxation nerveuse en per opératoire, réaliser une épicondylectomie dans le même temps opératoire.

Depuis, plusieurs auteurs ont proposé des techniques différentes de libération du nerf ulnaire sous contrôle de la vue à l'aide d'un endoscope : Tsai (tubes de verre) (128), Hoffmann 2006 (Storz) (36), Nakao 2001 (129), Cobb 2010 (Integra) (93), Yoshida (130), Ward (131), Bain et Bajhau (Agee) (132), Flores (133). Toutes les techniques utilisent une courte incision de 15 à 35 mm de long au niveau de la gouttière rétro condylienne et varient en fonction de l'écartement des tissus sous cutanés et de la visualisation du nerf ulnaire.

L'efficacité et la sécurité de ces procédures sont largement démontrées. Tous sont d'accord sur les principes de Tsai ; à savoir une libération extensive des sites de compression à l'aide d'une technique mini invasive permettant une mobilisation précoce au prix allégé d'un nombre diminué de complication.

Ces auteurs ont publié leurs séries respectives avec peu de complication, une morbidité faible et une récupération rapide.

L'utilisation d'un endoscope permet théoriquement de diminuer l'abord et donc les complications liées à la cicatrisation, de limiter les lésions de la vascularisation extrinsèque du nerf et de diminuer les risques de lésions neurologiques superficielles (névrome sur les branches du nerf brachial cutané médial). Actuellement, à la différence de Tsai, les auteurs recommandent plus de réaliser une transposition antérieure en cas d'instabilité nerveuse per opératoire.

2. Indication

Les indications d'une neurolyse endoscopique sont une compression du nerf ulnaire au coude d'origine primitive, avec un nerf vierge de chirurgie antérieure, stable à la palpation pré opératoire, après confirmation du syndrome ulnaire clinique (test de provocation) et électrique (EMG) et après 3 à 6 mois de traitement médical bien conduit.

Les compressions secondaires (déformation du coude, causes osseuse ou articulaire) sont plutôt traitées par des techniques de transposition antérieure. De même, un nerf instable en pré ou per opératoire ou toute condition locale créant un lit hostile en arrière de l'épicondyle médial, comme en présence d'ostéophytes, d'un processus occupationnel, d'une fibrose cicatricielle ou de matériel d'ostéosynthèse, doit également faire préférer une transposition antérieure.

Le stade clinique de sévérité pré opératoire (Mc Gowan) n'est pas une condition discriminante à un traitement endoscopique ou à ciel ouvert ; ni prédictif de la chirurgie indiquée, aucune technique n'ayant démontré sa supériorité. Cependant, les premiers auteurs ont plutôt réservé l'approche endoscopique à des formes légères et modérées.

Enfin, les formes récidivantes ne sont pas une bonne indication de neurolyse par voie endoscopique en raison du risque de fibrose cicatricielle et de modification de l'anatomie locale qui gênera l'exposition et entraînera un plus fort risque de lésion iatrogène.

Les contre indications à une approche endoscopique correspondent donc aux cas compliqués. Cela inclut les formes récidivantes après une première chirurgie de libération du nerf ulnaire, un processus occupationnel local (tumeur, ostéophyte, ganglion, etc..), une raideur articulaire requérant une arthrolyse, une chirurgie antérieure ou un traumatisme antérieur ayant entraîné un lit cicatriciel avec des adhérences.

Enfin, l'expertise du chirurgien pour les techniques endoscopiques est une contre indication potentielle pour une approche endoscopique. Il est toujours plus facile et plus sûr de respecter le choix du chirurgien pour une technique avec laquelle il est à l'aise.

3. Description des techniques endoscopiques

Il y a deux grandes écoles de techniques de décompressions endoscopiques du nerf ulnaire au coude, selon qu'il s'agisse d'une approche endo canalaire au contact du nerf ulnaire ou en vue aérienne au dessus du tunnel ulnaire.

a. Approche en vue endo canalaire

La première approche décrite par Tsu-Min Tsai (1995) (128,134) consistait à l'utilisation d'un endoscope et de tunnels en verre qu'il avait confectionné pour cet usage.

Sous anesthésie loco régionale, avec un garrot pneumatique à la racine du membre, le membre est positionné sur une table à bras en supination, l'épaule à 90° d'abduction,

rotation externe et le coude à 120° de flexion. L'auteur surélève le coude avec un paquet de compresses. Tout le membre est inclus dans le champ opératoire.

Il commençait par une incision de 2 à 3 cm curviligne longitudinale centrée entre l'épicondyle médial et l'olécrane sur le trajet du nerf ulnaire.

Le premier temps consiste à aborder le FCU dont on repère les deux chefs formant un V à pointe distale. Le fascia superficiel et le fascia d'Osborne sont successivement ouverts pour exposer le tunnel ulnaire en aval de la bandelette épitrochléo olécranienne.

Le nerf est exposé, reconnaissable par ses vasa nervorum.

Là commence le temps endoscopique et les techniques diffèrent. Dans la technique décrite par Tsai, il introduit un écarteur entre le tissu sous cutané et le fascia superficiel de l'avant bras au dessus du FCU après dissection de cet espace sous cutané. C'est à ce moment qu'il faut faire attention aux branches cutanées ulnaires antebrachiales qui traverse transversalement dans cette espace. Il introduit ensuite un tube de verre, home made, calibré de 5 mm et creux, distalement dans l'espace entre le fascia superficiel du FCU et les fibres musculaires du FCU, là où passe le nerf ulnaire. Il a prévu trois tubes calibrés de diamètres différents, creux pour permettre de faire passer un endoscope dedans, long de 12 cm et présentant sur un bord un rail sur toute la longueur permettant de guider un couteau. Il utilise également un endoscope avec un optique 30° de 3,5 mm de diamètre. Il place l'endoscope dans le tube en verre et contrôle ainsi le nerf en dessous, et le fascia superficiel du FCU au dessus. Il place le nerf sous le tube de verre et positionne le rail à l'opposé au niveau du fascia du FCU. Puis il introduit un couteau type Smilie dans le rail extérieur du tube de verre contre le fascia et il pousse le couteau qui sectionne le fascia sous contrôle visuel. A la fin de la manœuvre, il introduit le plus gros tube de 7 mm de diamètre pour compléter la dissection de l'arcade d'Amadio et Beckenbaugh. Le degré réel de compression du nerf ulnaire est donc appréciable par la taille du tube que l'on peut introduire facilement dans l'espace entre le nerf et l'arcade de Struthers.

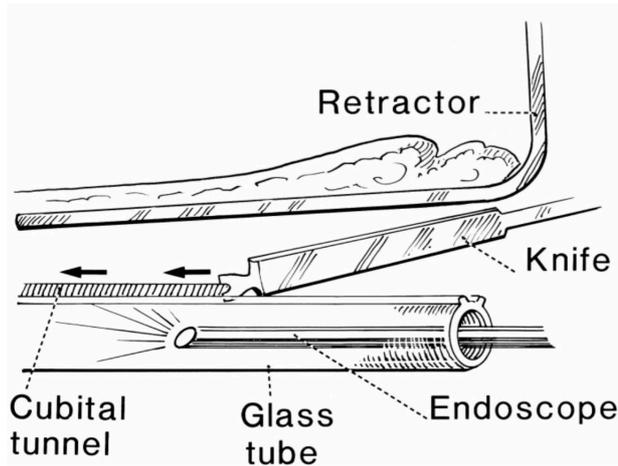


Figure 30 Schéma de la technique de Tsai. Image issue de la publication originale de Tsai (128).

Enfin, il replace le tube de 5 mm dans l'espace entre l'aponévrose du rond pronateur et le nerf ulnaire et sectionne cette aponévrose sous contrôle endoscopique.

Dans le troisième temps, on se reporte vers la partie proximale. Il réintroduit le tube de verre de 5 mm dans le tunnel ulnaire et l'écarteur dans l'espace sous cutané et il sectionne tour à tour sous contrôle de la vue, la bandelette épitrochléo olécraniennne, le septum intermusculaire médial et l'arcade de Struthers. Il évalue la compression de l'espace péri nerveux par la facilité à introduire son tube.

L'auteur dit libérer ainsi le nerf ulnaire sur 10 cm de part et d'autre de l'épicondyle médial.

Le quatrième temps consiste à évaluer la stabilité du nerf en per opératoire en testant des mouvements de flexion extension du coude. Si jamais, le nerf se subluxe, l'auteur réalise une épicondylectomie médiale par la même incision.

Enfin, il réalise une hémostase correcte après lâchage du garrot puis suture juste la peau et met en place un pansement sec. Il n'immobilise pas son patient et l'encourage au contraire à une mobilisation complète sans restriction dès J1 post opératoire.

Mirza et al (135) ont repris cette technique en remplaçant les tubes de verre par des tubes en plexiglass pour minimiser le risque de bris de verre en per opératoire. Le principe de cette canule transparente, permet une visualisation sur 360° des structures tout en créant un espace de travail.

Bain et Bajhau (132) dans leur étude cadavérique en 2005 puis Stadie et al (136) en 2010 ont adapté la technique avec le dispositif américain monoportal Agee (MicroAire Surgical Instruments, USA), plus connu pour la libération endoscopique du canal carpien. La première description de l'utilisation de ce dispositif au membre supérieur date de 2003 par Costa et Dumontier en italien. Dans cette technique, l'auteur réalise une incision de 10 à 20 mm, distale à l'épicondyle médial, et perpendiculaire au trajet du nerf ulnaire, puis expose le fascia superficiel de l'avant bras qu'il sectionne longitudinalement parallèle au trajet du nerf ulnaire. Il expose le nerf ulnaire et sectionne le ligament arqué et le fascia d'Osborne sous contrôle de la vue. Il utilise un écarteur à synoviale développée pour cette utilisation pour refouler les tissus graisseux au niveau du toit du sillon ulnaire. Il prépare l'introduction du dispositif par dilatation du canal par deux bougies de diamètre croissant. Puis une fois l'espace créé, il introduit le dispositif comprenant un optique endoscopique 30° et une poignée en forme de pistolet équipée d'un déclencheur libérant une lame escamotable. Il place le pistolet, lame rétractée, au dessus du nerf ulnaire, plaqué contre les fibres du toit du tunnel ulnaire, reconnaissables à leur direction perpendiculaires au nerf ulnaire. Tout d'abord il se place au niveau du tunnel ulnaire dans le sens caudo cranial. Il pousse le pistolet jusqu'à atteindre les fibres du muscle triceps puis sort la lame et coupe le toit du tunnel ulnaire sous contrôle endoscopique. A la fin de la procédure, il y a une saillie de la graisse sous cutanée dans le canal ulnaire, témoin de la section efficace du tunnel. L'opérateur examine enfin le nerf ulnaire sous endoscopie pour vérifier l'absence de lésion iatrogène. Dans cette procédure, l'auteur ne libère que le tunnel ulnaire dans la gouttière epitrochléo olecranienne.

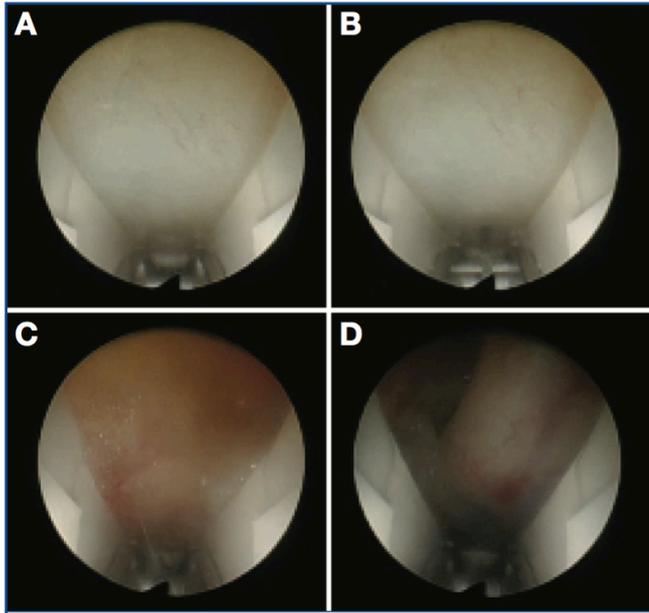


Figure 31 Vision endoscopique de la technique avec l'ancillaire Agee (132)

A Toit du tunnel ulnaire

B Extraction de la lame

C Prolapsus de tissu graisseux sous cutané à la fin de la décompression témoignant de la bonne ouverture du tunnel

D Vision endoscopique du nerf ulnaire

Cobb (93) pour sa part a développé un autre ancillaire qui sera repris par Cross (65), Marcheix (137) puis par notre équipe après son évaluation en laboratoire d'anatomie. Il s'agit de l'ancillaire EndoRelease Endoscopic Cubital Tunnel Release System (Integra Life Sciences, Plainsboro, NJ, USA).



Figure 32 Canule EndoRelease avec le couteau inséré. Image issue de la publication originale de Cobb (93).

Cet ancillaire a un écarteur intégré qui se positionne dans l'espace sous cutané tandis qu'une canule comprenant un optique 30° est insérée dans le tunnel ulnaire en refoulant le nerf ulnaire. Les cloisons fibreuses sont donc exposées à leur face superficielle et profonde puis sectionnées par une lame qui avance sous contrôle endoscopique.

Le patient est installé en décubitus dorsal le bras en abduction et rotation externe sur une table à bras. Un garrot non stérile est placé à la racine du membre suffisamment haut pour ne pas gêner la libération du nerf ulnaire. Le coude est surélevé sur un socle pour faciliter l'abord du tunnel ulnaire. Le geste peut être réalisé sous anesthésie générale ou loco régionale. Après exsanguination et insufflation du garrot, le chirurgien réalise une incision de 2 cm en regard du tunnel ulnaire juste en arrière de l'épicondyle médial. Il s'agit d'une endoscopie sèche, qui ne nécessite pas d'irrigation. Une incision plus large est nécessaire chez les patients obèses ou présentant un muscle anconeus epitrochlearis. Le chirurgien aborde ensuite le nerf ulnaire après ouverture du retinaculum du tunnel ulnaire sous contrôle de la vue. Il utilise une canule spécifiquement développée pour la libération du nerf ulnaire au coude avec écarteurs intégrés. Cette canule est insérée dans le tunnel ulnaire au contact du nerf en proximal et en distal, et grâce à une surface sous jacente plate, elle sécurise le nerf en dessous. Elle présente également des trous qui permettent de visualiser le nerf en cours de procédure sous l'instrument. Enfin elle a un écarteur intégré qui, lui, se place dans l'espace sous cutané et dissèque le plan entre le fascia musculaire et l'espace sous cutané. Il permet d'éloigner les nerfs superficiels cutanés de manière atraumatique de la lame. On utilise un optique 30° de 4mm de large et on réalise en premier le temps endoscopique diagnostic.

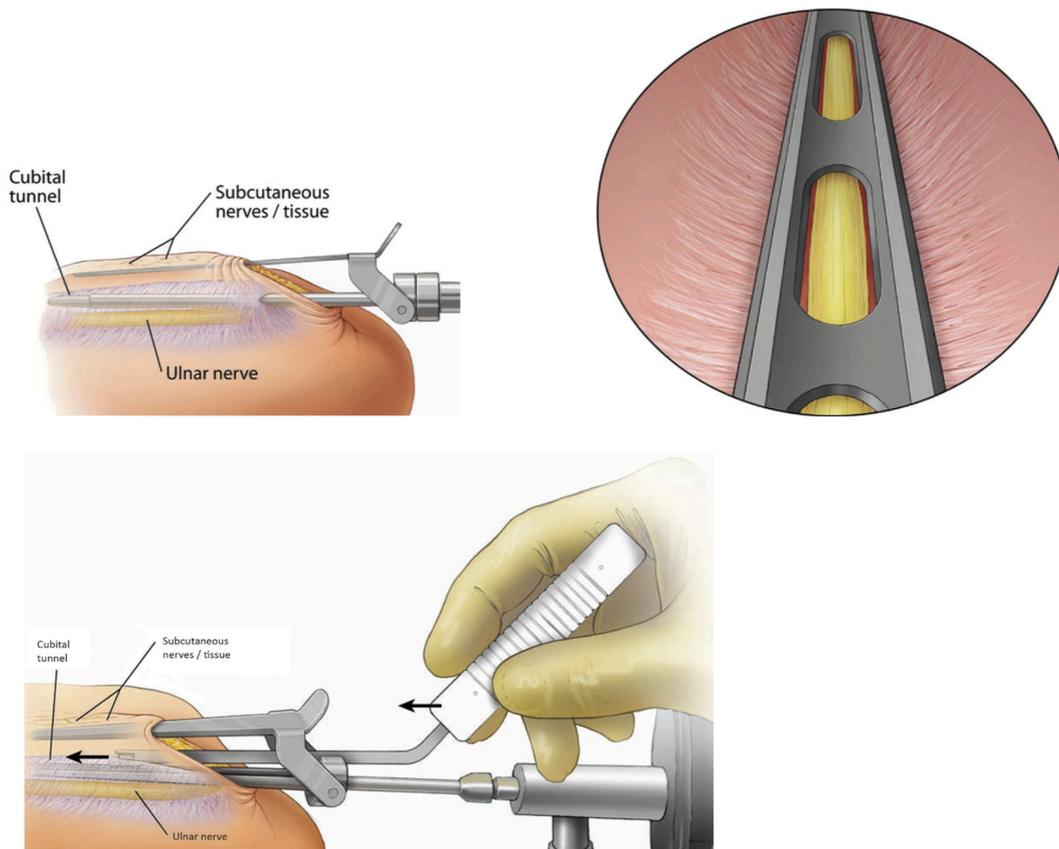


Figure 33 Schématisation de l'utilisation de l'ancillaire EndoRelease. Image issue de la publication originale de Cobb (93).

Il faut prendre garde de positionner la canule sans forcer. Puis le chirurgien contrôle que le nerf se situe bien sous la partie inférieure de la canule et que le tissu sous cutané avec les branches nerveuses superficielles est bien relevé par l'écarteur intégré. S'il éprouve des difficultés pour mettre en place la canule, il est possible de disséquer l'espace sous cutané pour libérer les adhérences et éviter les lésions des nerfs superficiels. Et pour augmenter la taille du tunnel, il est possible de l'ouvrir un peu plus sous contrôle de la vue pour élargir son entrée ou d'étendre le coude. Une fois la canule en place dans le tunnel ulnaire, le trocart est enlevé et remplacé par l'endoscope : tout d'abord dans l'espace entre le fascia et l'écarteur pour vérifier qu'il n'y a pas de rameaux nerveux superficiel sur le trajet de la canule ; puis dans la canule et orienté vers le plancher pour visualiser le nerf ulnaire sur toute la longueur de la canule. Une fois ces étapes terminées, le fascia est sectionné à l'aide d'un couteau poussé sous contrôle scopique et qui ouvre le tunnel ulnaire de manière antérograde en distal puis rétrograde en proximal.

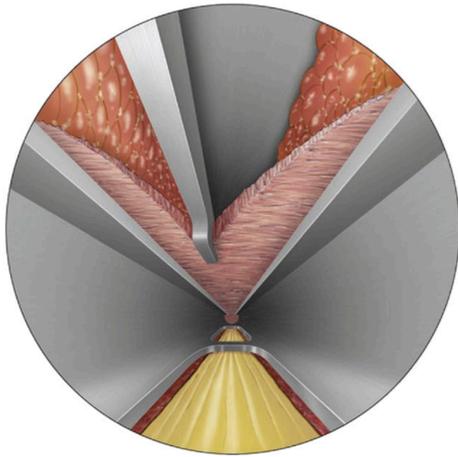


Figure 34 Schéma de la vision endoscopique avec l'ancillaire EndoRelease. Image issue de la publication originale de Cobb (93).

Il faut vérifier ensuite que le nerf est bien libéré sur toute la longueur et les mêmes étapes sont répétées en proximal et en distal. Une fois le nerf libéré sur toute sa longueur, le garrot est lâché et le chirurgien réinsère l'endoscope pour vérifier l'absence de saignement actif. Si oui, il réalise une hémostase soignée à la pince bipolaire sous contrôle scopique. S'il s'agit d'un saignement diffus, il cesse en général après compression locale et mise en place d'un pansement compressif. La fermeture consiste en une suture sous cutanée et cutanée au fil non résorbable. Après une infiltration d'anesthésique local en fin d'intervention, on réalise un pansement légèrement compressif. Le patient est autorisé à bouger son coude sans limitation avec l'objectif d'avoir récupéré des mobilités complètes dès la fin de la première semaine post opératoire. Ceux qui ont un travail sédentaire ou bureaucratique peuvent travailler dès le lendemain de l'opération, tandis que les travailleurs manuels reçoivent un arrêt de travail de trois semaines.

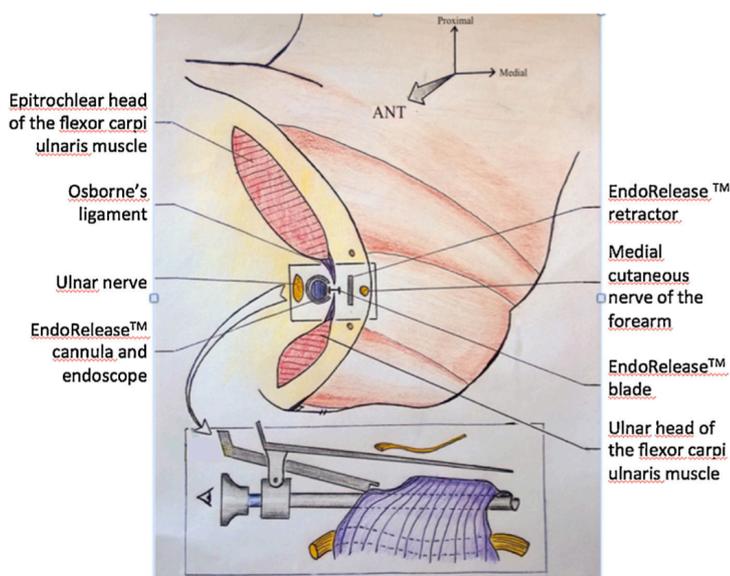


Fig. 1. Endoscopic release of the ulnar nerve using the EndoRelease™ system (Integra).

Figure 35 Schéma de la technique de Cobb. Image issue de l'article original de Marcheix (137).

D'autres auteurs s'inspirent de la même technique que Tsai avec d'autres ancillaires, comme Desmoineaux avec l'ancillaire Newclip dans son article pour la Société Française d'Arthroscopie (138), ou Ward et Siffri (131) qui ont voulu utiliser le même ancillaire qu'ils utilisent alors pour les procédures de libération endoscopique du canal carpien, permettant ainsi de limiter les coûts d'investissement (CTS Relief Kit, Linvatec corporation).

Enfin, Yohida (130) utilise l'ancillaire USE (Universal Subcutaneous Endoscope) avec une technique similaire à celle décrite par Tsai mais la particularité des auteurs est de ne libérer que les sites faisant la preuve d'une compression. Il repère les sites responsables de compression du nerf ulnaire, distalement et proximatement, en observant un épaissement de l'épînèvre rendant difficile l'identification des fascicules, des fascicules tordus ou élargis, ou un manque de tissu adipeux entre les fascicules. Les auteurs prônent ainsi une libération à la carte des sites de compression et respectueux des tissus sains qui gardent ainsi leur rôle stabilisateurs.

b. Approche en vue aerienn

Pour l'autre approche, d'inspiration différente, le principe est de créer un espace de travail entre les fascias à sectionner et l'espace sous cutané et donc de ne pas travailler au contact du nerf dans un canal déjà étroit. Cette technique a été décrite d'abord par Krishnan (139) puis démocratisée par Hoffmann (36).

La différence entre la technique inspirée par Tsai-Cobb et celle d'Hoffmann est qu'avec cette dernière, le chirurgien ne passe pas d'instruments qui dilatent le canal ulnaire au contact du nerf. Il se contente d'une vue aérienne au dessus des cloisons fibreuses dans l'espace sous cutané. Et il visualise le nerf à mesure que celui ci est libéré. Il ne réalise pas de dissection du nerf à 360°.

Krishnan (139) développe en 2006 une technique de libération des nerfs périphériques par approche endoscopique uniportale qu'il teste sur plusieurs syndromes canaux : le syndrome ulnaire au coude, le syndrome du tunnel tarsien et la meralgia paraesthetica. Dans le cas du syndrome ulnaire, il développe cette technique endoscopique pour réaliser des transpositions antérieure du nerf ulnaire intra musculaire.

Pour cela, il prépare l'espace sous cutané en créant un large plan de décollement autour de l'épicondyle médial et en avant de celui ci, entre le tunnel ulnaire et l'espace sous cutané, pour permettre de réaliser la transposition antérieure du nerf en fin de procédure. C'est comme cela qu'est né le principe de la technique.

Le patient est installé en décubitus dorsal, sur une table à bras avec le coude fléchi à 120° et placé sur un socle qui le surélève et place l'épicondyle médial au sommet. Un garrot est installé à la racine du membre. Par une courte incision en regard de la gouttière rétro condylienne, Krishnan aborde le nerf ulnaire et le met sur lac repère. Après avoir libéré le nerf dans la gouttière rétro condylienne, il dissèque l'espace sous cutané au doigt puis introduit un endoscope équipé d'écarteurs intégrés Karl Storz dans l'espace sous cutané créé entre la peau et le fascia musculaire. On a donc une vue aérienne sur les différents fascias avec le nerf situé en dessous de ceux ci. Il introduit délicatement un écarteur mousse dans l'espace entre le nerf ulnaire et les différents éléments fibreux et fascias, qui recouvre et récline le nerf. Il sectionne sous contrôle endoscopique ces éléments fibreux et fascias avec une paire de ciseaux à

bout rond de type Jameson, et progressivement expose le nerf ulnaire par la section des tissus qui le recouvrent. Ensuite, pour lui permettre de réaliser la transposition antérieure du nerf, il le dissèque à 360° de ses attaches en prenant garde de préserver sa vascularisation et place un écarteur dans l'espace créé au préalable en avant de l'épicondyle médial. Il transpose le nerf sous un lambeau fascial à pédicule médial en avant de l'épicondyle selon les pratiques habituelles dans leur institution.

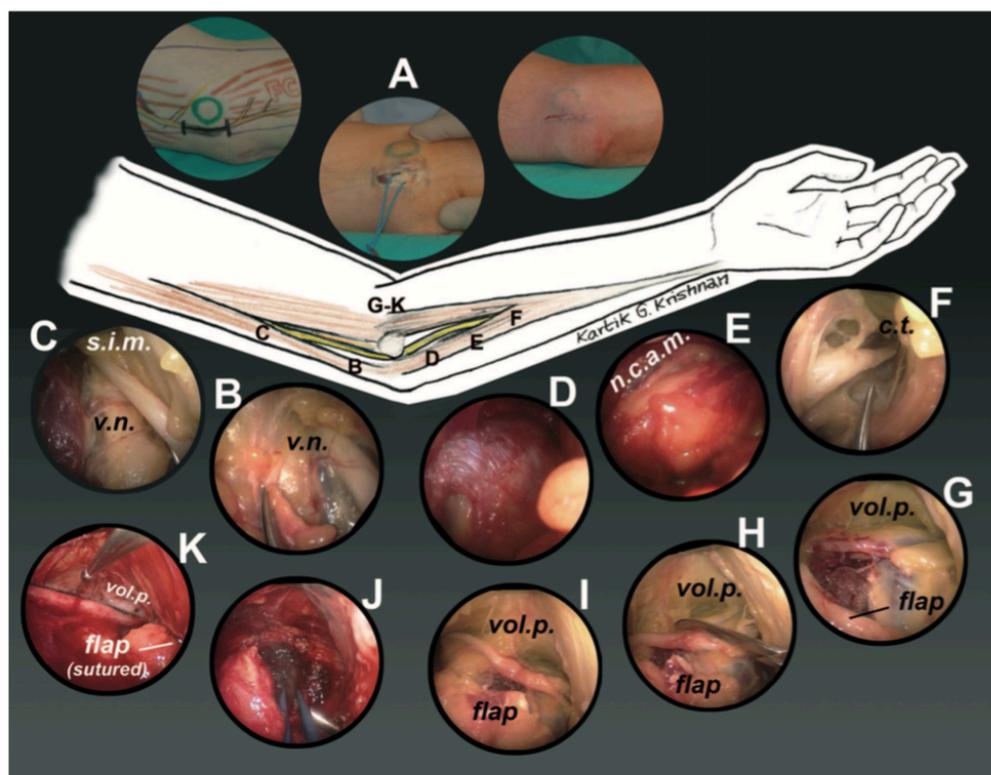


Figure 36 Représentation schématique des étapes de la technique de Hoffmann décrite par Krishnan (139).

Hoffmann (36) a popularisé cette approche avec sa technique. Il utilise une technique avec des instruments prévus initialement pour les liftings de la face de la marque allemande Karl Storz. Il ouvre la gouttière rétro condylienne par une incision de 15 à 30 mm et aborde le nerf ulnaire dans le tunnel ulnaire. Il prépare l'espace sous cutané avec des écarteurs forceps entre l'espace sous cutané et le fascia musculaire en faisant attention aux branches du nerf cutané médial de l'avant bras. Premièrement, il commence sa dissection dans la gouttière rétro condylienne sous contrôle de la vue à l'aide d'un speculum éclairé et sectionne le fascia d'Osborne et le toit du tunnel ulnaire, libérant le nerf ulnaire sur une distance de 5 cm proximatement et distalement

de l'épicondyle médial. Puis il utilise un endoscope de 4mm avec un optique 30° et qui possède un écarteur intégré à son extrémité qu'il introduit dans l'espace préparé en sous cutané. L'endoscope ainsi équipé repousse les tissus mous et crée un espace pour pouvoir introduire des ciseaux long de 17 à 23 cm, à pointe mousse, pour sectionner les différents fascias sous contrôle endoscopique sur une distance de 12-14 cm proximale et distale de l'épicondyle médial. Il coupe d'abord le fascia musculaire des fléchisseurs puis retire l'endoscope et reprend sa dissection plus proche du nerf. Il dicise les raphés fibreux entre les deux chefs du FCU (l'arche du FCU) et le fascia d'Osborne sous contrôle endoscopique puis se porte proximale et ouvre le toit du tunnel ulnaire et le fascia musculaire brachial. Il ne touche pas au septum intermusculaire mais sectionne l'arcade de Struthers si elle est présente.

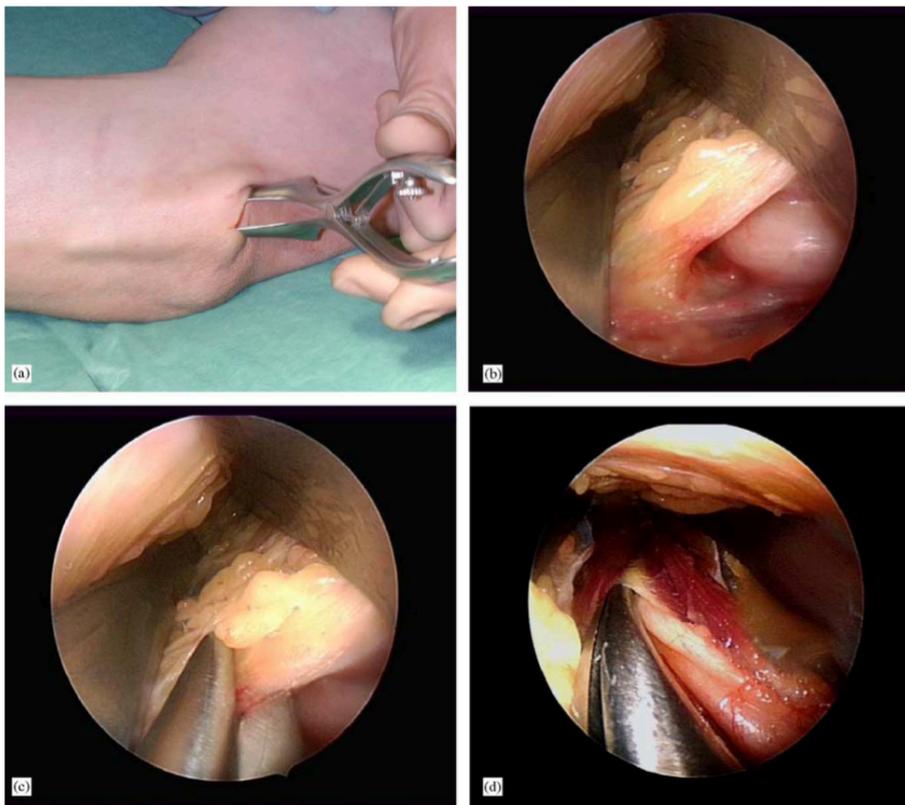


Figure 37 Vision endoscopique de la technique d'Hoffmann (36)

A Speculum inséré dans l'espace sous cutané

B Vision endoscopique du nerf ulnaire entrant sous le tunnel ulnaire

C Section du ligament d'Osborne avec les ciseaux sous contrôle endoscopique

D Vision du nerf après section du ligament d'Osborne, entre les deux chefs du FCU et avant section du fascia d'Osborne

Ahcan (140) améliore cette technique. L'installation est la même. Il réalise une incision de 3,5 cm au niveau de la gouttière épitrochléo olécraniennne. Il expose puis sectionne le ligament arqué pour exposer le nerf ulnaire sous contrôle de la vue. Les branches cutanées médiales antébrachiales sont respectées. Avec des instruments de guidage qu'il a conçu pour cette utilisation, il dissèque un large espace sous cutané suffisamment large pour passer ses instruments et long de 10 cm en proximal et en distal de l'épicondyle médial. Il utilise un endoscope de 4mm et un optique 30° de Karl Storz de 18 cm de long à travers des outils avec écarteur intégré. Il sectionne toutes les éléments fibreux sous contrôle endoscopique avec de longs ciseaux à pointe mousse qui sont insérés dans l'espace créé en sous cutanée à l'extérieur des instruments de guidage. Le nerf est libéré 10 cm de part et d'autre de l'épicondyle médial. Flores (133) adapte cette technique avec une incision décalée 10 mm en amont de l'épicondyle médial et de l'olécrane, proximale au tunnel ulnaire. Il expose le nerf en sectionnant le fascia brachial avant son entrée dans le tunnel. Puis il dissèque un espace sous cutané et utilise un écarteur sous cutané long et un endoscope rigide avec un optique 0° de Karl Storz comme pour les endoscopies ventriculaires. Il sectionne tous les éléments fibreux sous contrôle endoscopique avec des ciseaux de Jameson.

c. Autres techniques

Technique ascenseur

Une autre technique intéressante a été publiée par Nakao en 2001 (129). Les auteurs ont procédé à trois incisions cutanées le long de la course du nerf ulnaire. A chaque site, ils dissèquent le tissu sous cutané avec des ciseaux à pointe mousse pour éviter les lésions du nerf cutané médial de l'avant bras. La libération du nerf est réalisée à l'aide d'un endoscope 30° rigide introduit dans l'espace créé entre le tunnel ulnaire et l'espace sous cutané. Les instruments sont introduits par un abord et l'endoscope par un autre. Les auteurs ont voulu appliquer ici le principe de la chirurgie endoscopique avec plusieurs abords permettant une triangulation des instruments. Cela permet de faire de plus petits abords mais il faut au minimum trois incisions : une au niveau du tunnel ulnaire, la seconde, 5 cm distalement par rapport à l'épicondyle médial et la troisième, 5 cm proximale sur le trajet du nerf ulnaire. Les détraqueurs de cette approche avancent qu'en faisant trois incisions cutanées, on multiplie d'autant le

risque de lésion iatrogène nerveuse et de complication cutanée. Cependant, les auteurs décrivent 100% de bons résultats dans leur courte série préliminaire.

Endoscopie assistée par insufflation de dioxyde de carbone

Jiang (141) a développée en 2012 une autre technique endoscopique. Les auteurs réalisent la libération endoscopique du nerf ulnaire après dissection de l'espace entre le fascia et le tissu sous cutané par insufflation de dioxyde de carbone à une pression de 12 mmHg (20L/minute), créant ainsi une cavité comme pour la chirurgie abdominale ; et diminuant selon les auteurs le risque de lésion iatrogène du nerf cutané médial de l'avant bras lié aux risques de dissection et le risque de dévascularisation du nerf ulnaire. Les auteurs publient leur série de 12 patients avec des résultats excellents dans 83,3 % des cas et ne déplorent aucune complication. Le risque de l'insufflation est qu'en cas de pressions pas assez fortes, l'exposition ne sera pas suffisante pour réaliser la neurolyse ulnaire et peut même augmenter le risque de lésions iatrogènes vasculaires ou nerveuse ; et en cas de pression trop forte, l'hyperpression sera responsable de pneumatose hypodermique à l'origine d'une inconfort pour les patients en post opératoire.

Libération du nerf ulnaire par voie intra articulaire par un abord arthroscopique du coude standard

Porcellini (142) a décrit en 2005 une autre approche de libération du nerf ulnaire au coude. Dans sa série de 12 patients, il a réalisé des arthroscopies du coude selon la technique classique d'arthroscopie à l'eau. En décubitus latéral, le bras en abduction à 90° et le coude fléchi à 90°, maintenu dans le vide sur un support en demi lune, l'opérateur réalise une arthroscopie avec une voie antero médiale et une voie antero latérale qui lui permet de réaliser le bilan articulaire pour éliminer toute pathologie articulaire. Ensuite, par une voie d'abord postero latérale et postérieure trans tricpitale, les auteurs évaluent l'espace délimité par le triceps, l'olecrane et la fosse olecranienne. En suivi le bord médial du tendon du triceps, ils arrivent au niveau du tunnel ulnaire. Avec un shaver arthroscopique normal avec la lame tournée à l'opposé du nerf contre l'os et avec l'aspiration au minimum, les auteurs ouvrent la face profonde du tunnel ulnaire. Une fois le tunnel trouvé, les auteurs placent un écarteur par un nouvel abord médial pour protéger le nerf en per cutané. Puis ils ouvrent le toit du tunnel ulnaire sous contrôle arthroscopique progressivement avec une pince

basket. Les auteurs décrivent une amélioration moyenne de 5 points sur l'échelle de Bishop pour leurs patients avec un recul moyen de 12 mois. Kovachevich (143) utilise également une approche arthroscopique mais dans une population ciblée de patients présentant une arthrose du coude primitive. Son approche lui permet donc de réaliser une arthrolyse arthroscopique et de réséquer les ostéophytes pouvant être en cause dans la neuropathie ulnaire. Puis il sectionne la capsule sur son versant médial, longitudinalement le long du nerf ulnaire et libère donc le plancher du nerf ulnaire à travers l'articulation, de proximal jusqu'à la partie postérieure du faisceau postérieur du ligament collatéral médial. Dans sa série rétrospective de 15 patients, il décrit des résultats très prometteurs avec 80% d'excellents et bons résultats selon Bishop.

Nous citons ces techniques pour leur originalité et par soucis d'exhaustivité dans ce travail. Cependant, leur concept ne s'est pas encore démocratisé dans la prise en charge de la compression ulnaire au coude. Les techniques utilisées en pratique courante correspondent plutôt aux approches endocanaliaires ou en vue aeriienne.

d. Choix de la technique endoscopique

Au total, il y a deux types de techniques ; dans la première, l'opérateur place son endoscope dans le canal ulnaire et sectionne les éléments fibreux au dessus du nerf et dans la deuxième, l'endoscope est situé en vue aérienne au dessus des éléments fibreux à sectionner, dans l'espace sous cutané et le nerf n'est pas approché.

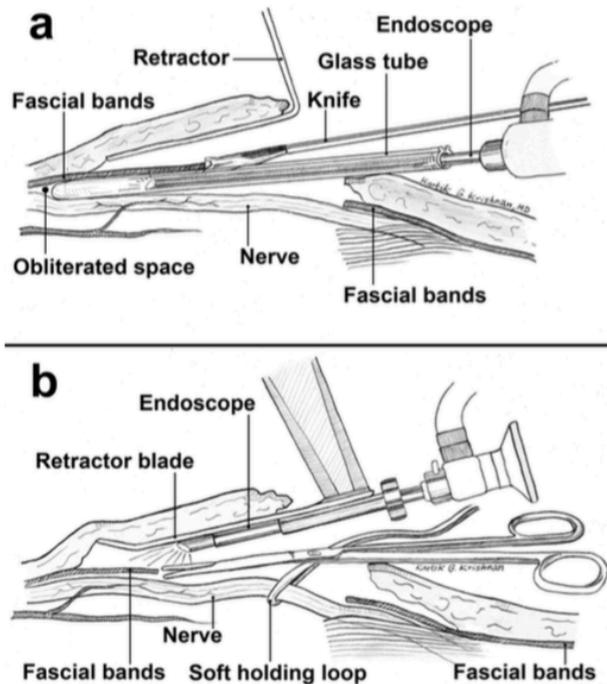


Figure 38 Vision schématique des deux types de techniques de libération endoscopique du nerf ulnaire au coude

A Technique Tsai-Cobb

B Technique Hoffmann

Il y a des limites aux deux techniques. Dans la technique Tsai-Cobb, le risque est de comprimer le nerf ulnaire en introduisant dans le canal déjà étroit des instruments volumineux. Il est possible aussi de sectionner le nerf car celui-ci que l'on croit sous l'endoscope peut être refoulé par ce dernier et réapparaître en bout d'instrument sans qu'on s'en aperçoive et être sectionné car relativement fixe à cause de l'encombrement. En effet, l'endoscope visualise le ligament à sectionner situé au dessus alors que le précieux nerf est sous la canule. Il est possible de léser le nerf lors de l'introduction à l'aveugle de bougies. La littérature est pleine d'exemples de lésions nerveuses potentielles avec les techniques de libération nerveuses comportant une dilatation. Enfin dans la technique Hoffmann, on ne contrôle pas le nerf car on est au dessus du tunnel donc il est possible de le blesser lors de la section des éléments fibreux. Et du fait d'une dissection sous cutanée extensive, le risque est de léser les branches du nerf cutané médial de l'avant bras.

Dans les deux cas, la libération endoscopique comporte 4 temps opératoires :

- exposition du nerf ulnaire par une courte incision cutanée de 15 à 30 mm selon les auteurs sous loupe binoculaire
- section des éléments fibreux proximaux sous contrôle endoscopique
- section des éléments fibreux distaux sous contrôle endoscopique
- testing de la stabilité du nerf

Hoffmann (36) décrit que lorsqu'il y a un muscle anconeus epitrochlearis, on le retrouve au moment de la dissection de la gouttière retro condylienne avant le temps endoscopique. En effet, l'entrée du tunnel ulnaire est masquée par cette masse musculaire et il faut agrandir l'incision cutanée à 4 cm pour pouvoir mieux contrôler ce que l'on fait.

La durée de l'intervention varie de 10 à 45 minutes selon les auteurs. Tous sont d'accord sur la présence d'une courbe d'apprentissage plus longue que pour les techniques à ciel ouvert (144).

Au total, différentes techniques ont été décrites dans la littérature. Aucune étude comparative n'a comparé les techniques entre elles à ce jour et il n'y a pas d'élément prouvé pour dire qu'une approche est meilleure que l'autre.

4. Résultats

La revue de la littérature des résultats originaux des techniques endoscopiques publiés en français ou en anglais avant 2010 porte donc sur les 6 articles suivants : Tsai et al (134), Desmoineaux et al, Hoffmann et Siemionow (36), Ahcan et Zorman (140), Yohida et al (130), Ward et Siffri (131).

Auteur	Année de publication	N	PDV	Age moyen	CC	Classification sévérité	Forme sévère (%)	Recul moyen (mois)	Classification suivi	Excellent et bons résultats (%)
Tsai et al	1999	85	NC	42	89%	Dellon	20,00%	32	Bishop	87,00%
Desmoineaux et al	2004	36	1	48	90%	Mac Gowan	3,00%	23	Alnot	97,00%
		20	0	41	0%	Mac Gowan	20,00%	6	Mc Gowan	85,00%
Hoffman & Siemionow	2006	76	NC	52	10,50%	Dellon	25,00%	11	Bishop	93,50%
Ahcan & Zorman	2007	36	NC	42	2,80%	Mac Gowan	31,00%	16	Wilson et kroust	91,00%
Yoshida et al	2009	35	NC	59,5	NC	Mac Gowan	51,42%	25,9	Mc Gowan	57,14%
Ward & Siffri	2009	21	NC	48	67%	Dellon	NC	> 12	EMG	76,00%

Table 1 Présentation de la revue de littérature des séries endoscopiques avant 2010

CC : pourcentage de canaux carpiens associés

Forme sévère : pourcentage de forme sévère dans la série

Résultats : pourcentage d'excellent et bons résultats dans la série

NC : donnée non disponible

Cette revue de la littérature porte donc sur 309 patients d'âge moyen 47,5 ans et présentant un syndrome ulnaire primitif. Les résultats, appréciés selon différents scores cliniques sur lesquels nous reviendrons plus tard, retrouvent en moyenne 83,81% d'excellents et bons résultats avec un recul moyen de 18,93 mois.

Auteur	Année de publication	N	satisfaction patient	Excellent et bons résultats (%)
Tsai et al	1999	85	NC	87,00%
Desmoineaux et al	2004	36	100%	97,00%
		20	85%	85,00%
Hoffman & Siemionow	2006	76	NC	93,50%
Ahcan & Zorman	2007	36	100%	91,00%
Yoshida et al	2009	35	97%	57,14%
Ward & Siffri	2009	21	NC	76,00%

Table 2 Résultats cliniques de la revue de la littérature avant 2010

Le taux moyen de complications de ces premières séries cliniques est de 8,99%. La répartition de ces complications est variable d'une série à une autre. Cependant, on observe principalement des atteintes du nerf cutané médial de l'avant bras (2,98%) dont la quasi totalité va récupérer dans les 3 mois post opératoire, et des complications cutanées superficielles (2,98%), des hématomes et des infections superficielles, dont aucune n'a justifiée d'une reprise chirurgicale précoce.

Auteur	Année de publication	nevrome			infection superficielle	reprise chirurgicale		luxation		récurrence	reprise chirurgicale	
		N	NCMAB	hematome		précoce	per op	post op	echecs		tardive	
Tsai et al	1999	85	0	0	4	0	0	0	3	2	3	
Desmoineaux et al	2004	36	0	0	0	0	0	2	4	0	0	
		20	0	0	0	0	1	0	0	0	0	
Hoffman & Siemionow	2006	76	9	4	0	0	0	0	0	0	0	
Ahcan & Zorman	2007	36	0	1	0	0	0	0	0	0	0	
Yoshida et al	2009	35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Ward & Siffri	2009	21	0	0	0	0	7	0	0	3	3	

Table 3 Complications à court et long terme de la revue de la littérature avant 2010

A long terme, on observe dans cette revue un très faible pourcentage d'instabilité post opératoire (0,66%) dont aucune n'a nécessité une reprise chirurgicale tardive, un taux de récurrence de 2,32% et d'échec de 1,65% ayant entraîné une reprise chirurgicale dans 1,99% des cas.

Les premières séries de techniques endoscopiques semblent donc avoir des résultats très prometteurs avec un excellent résultat clinique et un faible taux de complication.

5. Technique robotique, perspectives futures

L'intérêt d'une assistance endoscopique est également en train d'être évaluée pour la réalisation d'une transposition antérieure sous cutanée du nerf ulnaire. Peu de publications existent pour l'instant. Konishiike et al (145) ont expérimenté une technique mini invasive avec assistance endoscopique avec des tubes en verre. 85% des patients de leur série présentent d'excellents et bons résultats en fin de suivi et tous les nerfs sont bien restés à leur nouvelle situation transposée. Jiang (141) réalise des transpositions antérieures endoscopiques après création d'une cavité avec insufflation de dioxyde de carbone. Et d'autres auteurs développent de nouvelles perspectives avec assistance endoscopique (Morse (146)).

D'autres auteurs développent l'assistance robotique pour réaliser une neurolyse ou une transposition antérieure du nerf ulnaire (147). Mais l'investissement important du matériel robotique (Da Vinci Robot) et sa faible disponibilité en orthopédie ne rendent pas son utilisation facile en pratique courante.

IV. Matériel et méthodes

A. Critères d'inclusion

Il s'agit d'une étude rétrospective mono centrique réalisée à partir de l'analyse de la base de données du service incluant tous les syndromes compressifs du nerf ulnaire ayant été opéré par libération endoscopique dans le service de chirurgie orthopédique et traumatologique du membre supérieur de l'hôpital Edouard Herriot entre mai 2010 et février 2013. L'indication opératoire était portée par un chirurgien orthopédique senior spécialisé en chirurgie nerveuse et micro chirurgie.

Les critères d'inclusion étaient les suivants:

- Patients âgés de plus de 18 ans
- atteints d'un syndrome de compression du nerf ulnaire au coude cliniquement significatif et confirmé par un examen EMG, d'origine primitive
- après échec d'un traitement conservateur bien conduit de plus de 3 mois

Les critères d'exclusion comprenaient:

- Discopathie rachidienne cervicale évoluée
- Traumatisme du coude antérieur à l'origine d'une subluxation ulnaire, d'une modification du tunnel ulnaire ou d'un cal vicieux
- Récidive de syndrome compressif du nerf ulnaire après une autre chirurgie libératrice
- Autre cause de neuropathie objectivée (alcoolisme, diabète non contrôlé)
- Arthrose du coude
- Cicatrice en regard de la voie d'abord

B. Recueil des données pré opératoires

L'analyse des données cliniques pré opératoire était réalisé par le chirurgien responsable du patient. Toutes les données pré opératoires et post opératoires ont été consignées par un opérateur indépendant sur lecture rétrospective des dossiers. Tous les patients ont été contactés par appel téléphonique selon les coordonnées fournies à l'admission.

1. Données consignées en pré opératoire

Données démographiques :

- Nom, prénom, NIP
- Age au moment de l'intervention
- Sexe
- Date de naissance
- Côté dominant
- Antécédents médicaux
- Profession

Données cliniques :

- Côté atteint
- Signes cliniques de compression du nerf ulnaire
- Instabilité du nerf ulnaire pré opératoire
- Classification du stade lésionnel

La classification du stade lésionnel était réalisée pour chaque patient dans le cadre de ce travail par un opérateur indépendant de manière rétrospective sur lecture des éléments cliniques pré opératoires du dossier informatisé. Nous avons utilisé dans cette étude la classification de Mc Gowan modifiée par Goldberg (84).

Données para clinique :

- EMG

2. Série

Il s'agissait d'une série continue de 22 patients, 9 femmes et 13 hommes, d'âge moyen 54 ans, qui présentaient un syndrome de compression ulnaire au coude et qui ont tous subi une intervention de libération du nerf ulnaire in situ par procédure endoscopique, dont 2 bilatéraux (N=24 coudes). Le diagnostic était basé sur l'anamnèse, l'examen clinique (paresthésies voir déficit sensitif dans le territoire du nerf ulnaire, signe de Tinel positif, faiblesse voir atrophie des muscles innervés par le nerf ulnaire, manœuvre de Froment, test de flexion du coude prolongé), et confirmé par une étude de la conduction nerveuse anormale (allongement des vitesses de

conduction sensitive, augmentation des latences distales motrices, diminution d'amplitude des potentiels d'action).

3 patients ont été exclus de l'analyse des résultats car ils présentaient une cause supplémentaire de neuropathie ulnaire : pour le premier, une arthrose rachidienne évoluée, le second, un alcoolisme non contrôlé et le troisième, un accident vasculaire cérébral sylvien responsable de séquelle au niveau du membre supérieur ipsilatéral au syndrome ulnaire.

1 patient n'était pas joignable avec les coordonnées fournies à l'admission et a donc été perdu de vue et exclu de l'analyse des résultats au dernier recul téléphonique.

La série finale était donc constituée de 18 patients dont deux présentant un syndrome ulnaire bilatéral (N = 20 coudes), dont 9 hommes et 9 femmes, d'âge moyen 54,4 ans (41-82 ans).

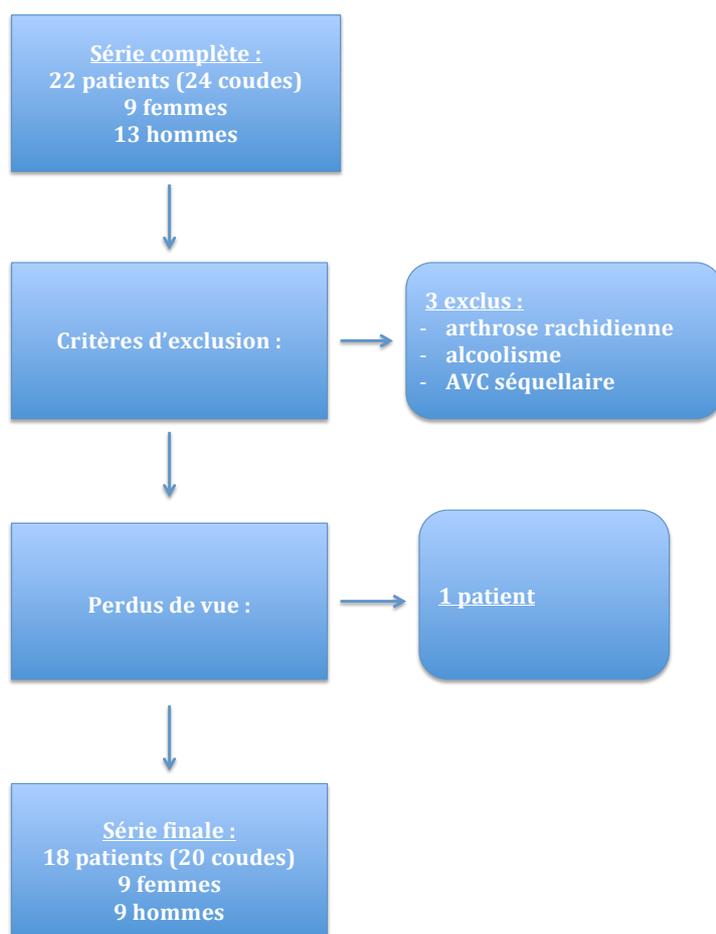


Figure 39 Diagramme de flux

La répartition des emplois dans cette série était 4 personnes à la retraite, 2 en invalidité, 7 travailleurs manuels et 5 travailleurs de bureau.

		Patients
Total		18
Homme		9
Femme		9
Profession	travail manuel	7
	travail de bureau	5
	retraite	4
	invalidé	2
Age	moyenne	54,4
	mediane	52
	range	41-82

Table 4 Données démographiques de la série

C. Technique chirurgicale

Tous les patients de cette série ont été opérés selon la technique de Cobb (93) avec l'ancillaire EndoRelease Endoscopic Cubital Tunnel Release System (Integra Life Sciences, Plainsboro, NJ, USA). Le déroulement de la procédure chirurgicale correspondait aux étapes de la technique originale de Cobb comme précédemment décrites dans la partie généralités.

Dans notre expérience, cette technique a été tout d'abord évaluée au laboratoire d'anatomie de Lyon (domaine Rockefeller) sur des sujets cadavériques pour la prise en main de l'ancillaire en présence de son concepteur. Puis chaque chirurgien initié a pu aider les autres chirurgiens du service non familiers de cette technique sur les premières interventions.

Dans les suites, le patient est autorisé à bouger son coude sans limitation avec l'objectif d'avoir récupéré des mobilités complètes dès la fin de la première semaine post opératoire. Ceux qui ont un travail sédentaire ou bureaucratique peuvent travailler dès le lendemain de l'opération, tandis que les travailleurs manuels reçoivent un arrêt de travail de trois semaines.

D. Critères d'analyse des données

1. Présentation des critères d'analyse des données

Pour l'étude de cette série, il a été décidé d'utiliser le score Mc Gowan modifié par Goldberg (84) pour classer la sévérité des syndromes ulnaire comme précédemment décrit.

Mc Gowan modifiée par Goldberg (1989)

Type 1 : formes subjectives

Type 2 :

2A : hypoesthésie, diminution de force sans amyotrophie (M4 et M5)

2B : hypoesthésie, diminution de force avec amyotrophie (M3)

Type 3 : formes déficitaires (déficit musculaire marqué M1 ou M2, atrophie des intrinsèques, anesthésie sensitive)

Enfin, le critère de jugement principal portait sur un des scores cliniques principalement utilisés dans la plupart publications scientifiques récentes. Il s'agit du score de Bishop. Pour cette étude, c'est la version téléphonique du score de Bishop modifié, décrit par Dützmann, qui a été utilisée (148).

Le score de Bishop est un score clinique qui a été développé dans l'étude de Kleinman et Bishop en 1989 (6). L'objectif de cet étude était d'évaluer en terme quantitatif les résultats d'une technique de transposition antérieure intra musculaire. Les auteurs ont mis en place un score de Bishop en 12 points associant des paramètres objectifs et subjectifs en sept items.

Les paramètres objectifs sont :

- la satisfaction globale du patient (satisfait, 2 ; satisfait mais avec des réserves, 1 ; non satisfait, 0)
- l'amélioration globale des symptômes (amélioré, 2 ; inchangé, 1 ; empiré, 0)

- la sévérité des symptômes résiduels comme la douleur, les paresthésies, la faiblesse, la maladresse (asymptomatique, 3 ; moyen/occasionnel, 2 ; modéré, 1 ; sévère, 0)
- le statut d'emploi (reprise au même poste ou étant capable d'assumer le même travail, 1 ; ne pouvant plus travailler du fait de la neuropathie ulnaire, 0)
- les activités de loisir (illimitées, 1 ; limitées, 0)

Les paramètres subjectifs sont :

- la force de serrage : poigne et pince d'opposition (les deux sont supérieures ou égales à 80% par rapport au côté contro latéral, 2 ; au moins une des deux est supérieure ou égale à 80% par rapport au côté contro latéral, 1 ; les deux sont inférieures à 80% de la force contro latérale, 0)
- la fonction sensitive évaluée par la mesure de la discrimination sensitive statique entre 2 points (normale < à 5 mm, 1 ; anormale > à 5 mm, 0)

Le total donne un score sur 12 points. Les résultats sont appréciés comme excellent (score de 10-12 points), bons (7-9 points), acceptables (4-6 points) et médiocres (0 à 3 points).

Figure 40 Score de Bishop (1989)

<i>Bishop rating system</i>	<i>Number of points</i>
Satisfaction	
Satisfied	2
Satisfied with reservation	1
Dissatisfied	0
Improvement	
Better	2
Unchanged	1
Worse	0
Severity of residual symptoms (pain, paresthesia/dysesthesia, weakness, clumsiness)	
Symptomatic	3
Mild-occasional	2
Moderate	1
Severe	0
Work status	
Working or able to work at previous job	1
Not working secondary because of ulnar neuropathy	0
Leisure activity	
Limited	0
Unlimited	1
Strength	
Both grasp and pinch strength (opposition) 80% or greater, compared with other hand	2
Either grasp or pinch (but not both) less than 80%	1
Both grasp and pinch less than 80%	0
Sensibility (static two-point discrimination)	
Normal (≤ 5 mm)	1
Abnormal (> 5 mm)	0
TOTAL	12

Evaluation of results

Excellent	10-12 points
Good	7-9 points
Fair	4-6 points
Poor	1-3 points

Il a été modifié lors de l'étude de Nouhan et Kleinert en 1997 (149). Il s'agissait d'une étude sur l'évaluation d'une technique de transposition antérieure du nerf ulnaire sous musculaire associée à un allongement en Z de la masse des muscles fléchisseurs pronateurs sans neurolyse extensive du nerf ulnaire associée, technique décrite initialement par Dellon. Les auteurs ont proposé une variation du score décrit

initialement par Bishop et Kleinmann pour s'adapter à leur étude. En effet, cette étude était une analyse graphique qui était orientée vers des paramètres comme la résolution des symptômes et les constatations objectives. Les items originaux comme la satisfaction des patients et les activités de loisirs n'étaient pas conciliés en routine et ont donc été exclu du score modifié. De plus les valeurs numériques ont été ajustées pour s'adapter également aux tests d'évaluation pratiqués en routine dans cette équipe. D'ailleurs, il semblait plus logique pour les auteurs de prendre la donnée de 6 mm pour la discrimination sensitive, qui était également utilisée dans la classification de Dellon.

Le score modifié a donc été réduit à 5 items et contient toujours une évaluation de paramètres objectifs et subjectifs.

Les paramètres subjectifs évaluent :

- la sévérité des symptômes résiduels (asymptomatique, 3 ; moyen, 2 ; modéré, 1 ; sévère, 0)
- l'amélioration subjective des symptômes par rapport à la période pré opératoire (amélioré, 2 ; inchangé, 1 ; empiré ; 0)
- le statut d'emploi pré opératoire et post opératoire (le patient a pu reprendre le même travail au même poste, 2 ; le patient a du changer de travail ou de poste, 1 ; le patient n'a pas pu reprendre de travail, 0)

Les paramètres objectifs sont les suivants :

- la force de serrage comparativement au côté contro latéral (80% ou plus, 2 ; moins de 80%, 1 ; nulle, 0)
- la fonction sensitive évaluée par la mesure de la discrimination sensitive statique entre 2 points (< 6 mm, 2 ; > 6 mm, 1 ; nulle, 0)

Les résultats sont chiffrés selon une échelle allant de 0 à 9. Ils sont qualifiés d'excellent pour les scores de 8 et 9, bons pour les scores de 5 à 7, acceptables pour les scores de 3 et 4 et médiocres pour les scores de 0 à 2.

Figure 41 Score de Bishop modifié par Nouhan et Kleinert (1997)

	<i>Score</i>
Severity of residual symptoms	
Asymptomatic	3
Mild	2
Moderate	1
Severe	0
Improvement	
Better	2
Unchanged	1
Worse	0
Work status	
Working previous job	2
Changed job	1
Not working	0
Strength	
Grip \geq 80% (compared with the other hand)	1
Grip <80% (compared with the other hand)	0
Sensibility	
\leq 6 mm static 2-point discrimination	1
>6 mm static 2-point discrimination	0
Maximum total	9

Score: 8–9, excellent; 5–7, good; 3–4, fair; 0–2, poor.
Reprinted with permission.²⁵

Enfin, le score de Bishop a été adapté pour une réalisation téléphonique dans l'étude de Dützmann et al en 2013 (148). Il s'agissait d'une étude rétrospective comparant deux techniques de libération endoscopique du nerf ulnaire : à ciel ouvert et par technique endoscopique. Les auteurs ont donc réévalué deux séries de patients ayant bénéficié de l'une ou de l'autre technique chirurgicale par un questionnaire téléphonique car ces patients ne nécessitaient plus d'être suivis cliniquement en routine par leur équipe. Le score de Bishop a donc été modifié pour s'adapter à un questionnaire par téléphone et donc les paramètres cliniques objectifs ont disparus.

Les paramètres de force de serrage et de discrimination sensitive ont été remplacés par deux autres items subjectifs :

- l'amélioration subjective de la force par rapport au statut pré opératoire (améliorée, 1 ; inchangée, 0)
- l'amélioration subjective de la sensibilité (améliorée, 1 ; inchangée, 0)

Le score reste toujours sur une échelle de 0 à 9 et les résultats sont appréciés de la même manière.

Figure 42 Score de Bishop modifié par Dützmann (2013)

TABLE 2. The Modified Bishop Score Used to Evaluate Results	
Description	Score
Severity of residual symptoms	
Asymptomatic	3
Mild	2
Moderate	1
Severe	0
Subjective improvement	
Better	2
Unchanged	1
Worse	0
Work status^a	
Working old job	2
Changed jobs because of symptoms	1
Not working	0
Strength (subjective)	
Better	1
Unchanged	0
Sensibility	
Better	1
Unchanged	0
Classification of results	
Excellent	8-9
Good	6-7
Fair	4-5
Poor	2-3

^aIf a patient had reached retirement age but felt he or she was still capable of working in his or her previous occupation, the patient was assigned a 2.

C'est cette dernière version du score de Bishop que nous avons utilisé dans ce travail. Comme nous avons interrogé nos patients avec un recul important, ils ne nécessitaient plus d'être suivis cliniquement en routine par notre équipe. De cette manière, nous avons eu un excellent taux de participation pour cette série de libération endoscopique du nerf ulnaire.

2. Données démographiques

Les patients étaient classés en fonction de la sévérité du syndrome ulnaire selon la classification de Mc Gowan modifiée par Goldberg (84). Sur la base des données pré

opérateurs, on retrouvait 9 coudes présentant un syndrome ulnaire de grade Mac Gowan 1 (45%) et 11 syndromes ulnaires de grade Mac Gowan 2A (55%).

Tous les patients présentaient des paresthésies voir une hypoesthésie dans les 4^{ème} et 5^{ème} doigts. Ces symptômes pouvaient être accompagnés de déficit moteur (Wartenberg et Froment positif) et de tests de provocation positifs (Tinel et test de flexion positif). Tous les patients présentaient des signes électro myographique en faveur d'une compression ulnaire au coude. Aucune subluxation clinique pré opératoire n'était relevée dans cette série destinée à une neurolyse endoscopique sauf pour un patient qui présentait une instabilité du nerf à plus de 90° de flexion du coude.

Sur les 20 coudes de cette série, 9 (45%) présentaient simultanément ou avaient un antécédent de syndrome carpien ipsilatéral au syndrome ulnaire. Et 5 patients ont été opérés dans le même temps d'une libération endoscopique du nerf ulnaire au coude et du nerf médian au canal carpien.

Patient No	Sexe	Age à l'opération	Profession	Main dominante	Main opérée	Paresthésies	Test de provocation positif	Luxation nerf	Mac Gowan	CC
1	F	82	retraite	D	D	Oui	Non	non	Grade 1	1
2	F	53	invalidité	D	D	Oui	Oui	non	Grade 2A	0
3	M	57	invalidité	D	G	Oui	Non	non	Grade 1	0
4	M	52	travail de bureau	G	G	Oui	Non	non	Grade 1	0
5	M	63	retraite	D	G	Oui	Non	non	Grade 1	1
6	F	52	travail de bureau	D	G	Oui	Oui	non	Grade 2A	0
7	M	41	travail de bureau	D	D	Oui	Non	sublux	Grade 1	1
8	F	48	travail manuel	D	D	Oui	Non	non	Grade 1	1
9	F	38	travail manuel	D	G	Oui	Oui	non	Grade 2A	1
10	F	52	travail manuel	D	G	Oui	Oui	non	Grade 2A	1
11	M	47	travail manuel	D	D	Oui	Oui	non	Grade 2A	0
12	M	48	travail manuel	D	G	Oui	Oui	non	Grade 2A	0
13	F	67	retraite	D	D	Oui	Oui	non	Grade 2A	0
14	F	54	travail de bureau	D	G	Oui	Oui	non	Grade 2A	1
15	M	57	travail de bureau	D	D	Oui	Non	non	Grade 1	1
16	M	49	travail manuel	D	D	Oui	Oui	non	Grade 2A	0
17	F	51	travail manuel	D	G	Oui	Oui	non	Grade 2A	1
18	M	68	retraite	D	D	Oui	Non	non	Grade 1	0

Table 5 Données détaillées de la population de la série de 18 patients (20 coudes)

Main dominante, main opérée : D droite et G gauche

Clinique pré opératoire : paresthésies, test de provocation, instabilité pré opératoire

CC : Canal carpien associé

		Patients
Total		18
Homme		9
Femme		9
Profession	travail manuel	7
	travail de bureau	5
	retraite	4
	invalidé	2
Age	moyenne	54,4
	mediane	52
	range	41-82
		Coudes
Mac Gowan	Garde 1	9
	Grade 2A	11
CC ipsilatéral		9

Table 6 Données démographiques de la population

3. Données sur l'intervention chirurgicale

Données de l'intervention

- technique utilisée
- Anesthésie
- Garrot
- Temps opératoire
- Taille de l'incision
- Evènement indésirable

Le délai moyen avant la chirurgie était en moyenne de 2,8 mois.

Sur cette série de 20 coudes, 9 côté droit et 11 côté gauche ont été respectivement opérés. Dans 10 cas sur 20, il s'agissait du côté dominant (50%). Tous les patients ont été opérés en chirurgie ambulatoire sauf quand une contre indication anesthésique survenait. Tous les patients ont été opérés sous bloc plexique sauf 2 qui ont eu une anesthésie générale supplémentaire selon leur convenance. Tous les patients ont eu la même intervention comme précédemment décrite, avec un garrot à la racine du membre.

La durée opératoire moyenne était de 33,8 minutes en moyenne de temps de garrot et de 38,75 minutes lorsque le geste était associé dans le même temps à une libération endoscopique du canal carpien.

La taille moyenne de l'incision était de 23,57 mm.

Nous n'avons rencontré chez aucun patient de muscle anconeus epitrochearis.

Patient No	Délai avant		Anesthésie	Durée de garrot		Incision (mm)
	chirurgie (mois)			Garrot (min)		
1	6		ALR + AG	oui	NC	20
2	6		ALR	oui	NC	NC
3	1		ALR	oui	32	20
4	1		ALR	oui	24	30
5	1		ALR	oui	52	NC
6	0,5		ALR	oui	36	30
7	1		ALR	oui	58 avec CC	30
	7		ALR	oui	30	30
8	1		ALR	oui	43 avec CC	NC
9	2		ALR	oui	15	20
10	3		ALR	oui	29 avec CC	NC
11	1		ALR	oui	25	20
	0,25		ALR	oui	60	NC
12	2		ALR	oui	NC	20
13	1		ALR	oui	24	30
14	0,25		ALR + AG	oui	NC	NC
15	3		ALR	oui	25 avec CC	20
16	4		ALR	oui	NC	20
17	11		ALR	oui	NC	20
18	4		ALR	oui	40	20

Table 7 Données détaillées des interventions de la série de 18 patients (20 coudes)

*ALR : anesthésie loco régionale, AG : anesthésie générale
NC : donnée non disponible*

Délai pré op (mois)	moyenne mediane range	2,8 1,5 0,25-11
Anesthésie	ALR ALR + AG	18 coudes 2 coudes
Garrot		20 coudes
Durée garrot (min)	TU TU + CC	33,8 38,75
Taille incision (mm)		23,57

Table 8 Données liées à l'intervention

*TU : Tunnel Ulnaire
CC : Canal Carpien*

4. Données au dernier suivi clinique

Les données au dernier recul clinique sont celles consignées pour chaque patient par son chirurgien dans le dossier médical. Ces données ont été également relevées de manière rétrospective par un opérateur indépendant.

Données consignées :

- Durée du recul au dernier contact clinique
- Données cliniques
- Complications
- Bilan paraclinique éventuellement

Le recul clinique était de 2,02 mois en moyenne (1 à 6 mois).

Patient No	Recul CS (mois)	Résultat clinique	Complication, reprise
1	2	Recupération complète	0
2	4	Recupération complète	0
3	3	Pas d'amélioration	0
4	1	NC	0
5	1	Recupération complète	0
6	1,5	Récupération complète	0
7	6	Recupération complète	0
	1	Recupération complète	0
8	2	Recupération complète	0
9	6	Persistance paresthésies	0
10	1	Recupération complète	0
11	3	Recupération complète	0
	1,5	Recupération complète	0
12	1	NC	0
13	1	NC	0
14	1	Recupération complète	0
15	1,5	Recupération complète	0
16	1	Recupération complète	0
17	1	Recupération complète	0
18	1	Persistance paresthésies	0

Table 9 Données détaillées des résultats cliniques post opératoire de la série

Recul CS : Recul à la dernière consultation clinique
NC : Donnée non disponible

Recul moyen (mois)	2,025
Résultats	
Récupération complète	14
Persistance paresthésies	2
Pas d'amélioration	1
NC	3
Complication	0

Table 10 Données clinique post opératoire

5. Données au dernier contact téléphonique

Tous les patients ont été contactés par téléphone par un opérateur indépendant pour recueillir les données les plus récentes.

Les éléments consignés étaient :

- Durée du recul au dernier contact téléphonique
- Score de Bishop téléphonique modifié par Dützmann
- Durée de la douleur post opératoire
 - < 3 jours
 - 3-10 jours
 - > 10 jours
- Durée de l'arrêt de travail
 - < 7 jours
 - 7 -14 jours
 - > 15 jours
- Appréciation subjective
 - Bien mieux
 - Mieux
 - Inchangé
 - Moins bien
 - Bien moins bien
- Tabagisme au moment de l'intervention
- Complications ou reprises éventuelles

Le recul moyen final était de 46,60 mois (33 à 56 mois).

E. Analyse statistique

1. Descriptive

Les moyennes ont été calculées à partir d'un tableau Excel.

2. Comparative

Les analyses comparatives ont été réalisées avec le logiciel R statistiques à l'aide du Docteur Joris Giai, docteur en santé publique, assistant hospitalo-universitaire dans le service de biostatistiques du Centre Hospitalier Lyon Sud (Hospices Civils de Lyon).

Des analyses univariées ont d'abord été réalisées pour comparer les résultats des patients présentant une neuropathie de stade Mc Gowan 1 par rapport au stade Mc Gowan 2A, et ceux des patients fumeurs par rapport aux non fumeurs.

Comme il s'agissait de petits effectifs, les données quantitatives ont été comparées par le test de Wilcoxon et les données ordinales par le test de Fisher.

Enfin, une analyse multivariée a été réalisée pour évaluer l'effet sur le score de Bishop du stade de sévérité dans la classification de Mc Gowan ajustée au statut tabagique du patient.

Les données étaient considérées comme statistiquement significative quand le seuil de significativité était inférieur à 0,05.

V. Résultats

A. Complications

Au dernier recul, nous n'avons eu à déplorer aucun hématome post opératoire, aucune infection sous cutanée. Ce sont les complications les plus fréquentes de la libération endoscopique du nerf ulnaire. Aucune reprise chirurgicale n'a été nécessaire. Aucun nerf n'a nécessité une transposition dans le même temps pour une instabilité per opératoire. Aucun névrome de la branche sensitive cutanée médiale de l'avant bras n'a été observé dans les suites.

B. Résultats cliniques

L'analyse des résultats portait sur 20 coudes car 1 patient a été perdu de vue et 3 patients exclus. Le recul moyen final était de 46,60 mois (33 à 56 mois).

Recul moyen (mois)	moyenne	46,6
	médiane	49
	range	33-56
	écart type	7,66

Table 11 Détail du recul final

Patient No	Recul téléphonique (mois)		Douleur	Paresthésie	Perte de force	Cicatrice	Durée douleur post op	Durée arrêt de travail	Complication, reprise
1	48	Non	Non	Non	Non	asymptomatique	< 3 jours	NA	0
2	54	Non	Inchangé	Non	Non	asymptomatique	< 3 jours	NA	0
3	55	Oui (main)	Inchangé	Non	Non	asymptomatique	> 10 jours	NA	0
4	52	Non	Non	Non	Non	asymptomatique	< 3 jours	> 14 jours	0
5	53	Non	Non	Non	Non	asymptomatique	< 3 jours	NA	0
6	53	Non	Oui, amélioré	Non	Non	asymptomatique	< 3 jours	Changement travail	0
7	56	Non	Non	Non	Non	asymptomatique	< 3 jours	< 7 jours	0
8	50	Non	Non	Non	Non	asymptomatique	< 3 jours	< 7 jours	0
8	52	Oui (coude)	Non	Non	Non	asymptomatique	< 3 jours	> 14 jours	0
9	55	Non	Oui, amélioré	Non	Non	asymptomatique	< 3 jours	> 14 jours	0
10	52	Non	Non	Non	Non	asymptomatique	> 10 jours	> 14 jours	0
11	36	Non	Non	Non	Non	asymptomatique	< 3 jours	Changement travail	0
11	35	Non	Non	Non	Non	asymptomatique	< 3 jours	Changement travail	0
12	45	Non	Oui, amélioré	Non	Non	asymptomatique	< 3 jours	< 7 jours	0
13	41	Non	Oui, amélioré	Non	Non	asymptomatique	< 3 jours	NA	0
14	36	Non	Non	Non	Non	asymptomatique	< 3 jours	> 14 jours	0
15	43	Non	Non	Non	Non	asymptomatique	< 3 jours	> 14 jours	0
16	40	Non	Oui, amélioré	Non	Non	asymptomatique	< 3 jours	> 14 jours	0
17	43	Non	Inchangé	Oui, inchangé	Non	asymptomatique	NA	> 14 jours	0
18	33	Non	Oui, amélioré	Non	Non	asymptomatique	< 3 jours	NA	0

Table 12 Données détaillées des résultats cliniques de la série au dernier recul

NA : donnée non évaluée car patient en invalidité ou à la retraite

Recul moyen (mois)	moyenne médiane range	46,6 49 33-56
		Patients
Durée AT	< 7 jours > 14 jours Changement W NA	2 8 2 6
		Coudes
Durée douleur post op	< 3 jours > 10 jours NA	17 2 1
Bishop	Excellent Bon Acceptable Médiocre	15 4 1 0
Appréciation subjective	Bien mieux Mieux Inchangé Moins bien Bien moins bien	14 5 0 1 0

Table 13 Données clinique au dernier recul

W : travail, AT : Arrêt de Travail

1. Douleur post opératoire

La douleur post opératoire avait été très modérée dans cette série. 17 coudes (85%) avaient présenté des douleurs pendant des durées inférieures à 3 jours et seuls 2 coudes (10%) avaient présenté des douleurs prolongées au delà du 10^{ème} jour post opératoire. 1 patient ne se souvenait plus de cette information.

2. Score de Bishop

Le score de Bishop téléphonique retrouvait pour les 20 coudes analysés, 15 résultats excellents (75%), 4 bons résultats (20%) et 1 résultat moyen (5%).

Le coude présentant un résultat moyen (score de Bishop à 4) avait pourtant une récupération complète en post opératoire immédiat à 1 mois de recul clinique. Il s'agissait d'un syndrome ulnaire de grade Mc Gowan 2A. Cependant, il avait attendu 11 mois entre le moment où il avait pris contact avec notre équipe et le moment où il

avait été effectivement opéré, ce qui était de loin le délai le plus long de la série. En effet, il ne s'est pas présenté à trois consultations pré opératoire.

Patient No	Sévérité			Travail	Score		Résultat (Bishop)
	Symptômes résiduels	Sensibilité (subjective)	Force (subjectif)		Amélioration subjective	Bishop Total	
1	3	1	1	2	2	9	Excellent
2	2	0	1	2	2	7	Bon
3	2	0	1	0	2	5	Bon
4	3	1	1	2	2	9	Excellent
5	3	1	1	2	2	9	Excellent
6	2	1	1	1	2	7	Bon
7	3	1	1	2	2	9	Excellent
8	2	1	1	2	2	8	Excellent
9	2	1	1	2	1	7	Bon
10	3	1	1	2	2	9	Excellent
11	3	1	1	2	2	9	Excellent
12	2	1	1	1	2	8	Excellent
13	2	1	1	2	2	8	Excellent
14	3	1	1	2	2	9	Excellent
15	3	1	1	2	2	9	Excellent
16	2	1	1	2	2	8	Excellent
17	2	0	0	2	0	4	Acceptable
18	2	1	1	2	2	8	Excellent

Table 14 Données détaillées du score de Bishop de la série de 18 patients (20 coudes)

3. Reprise des activités professionnelles

Si on sélectionne uniquement les patients qui étaient en activité au moment de leur opération, on étudie 12 patients.

2 patients (16,67%) ont pu reprendre leur travail dans un délai inférieur à 7 jours. 8 patients (66,67%) ont pu reprendre leur travail dans un délai supérieur à 15 jours. Et 2 patients (16,67%) ont du changer de travail ou aménager leur activité en post opératoire

En effet, 4 patients étaient à la retraite au moment de l'intervention chirurgicale et 2 étaient en invalidité.

4. Signes fonctionnels résiduels

Seuls deux coudes (10%) présentent des douleurs résiduelles au dernier recul. Le premier appartient à une patiente en invalidité pour son syndrome ulnaire et bien qu'améliorée, elle présente toujours des paresthésies invalidantes et douloureuses dans la main. Le second coude appartient à une patiente qui présente des douleurs

résiduelles au niveau du coude probablement en rapport avec une épicondylite homo latérale connue en cours de prise en charge.

11 coudes (55%) ne présentent plus aucune paresthésie dans le territoire du nerf ulnaire, 6 (30%) se décrivent comme améliorés et 3 (15%) se plaignent d'une persistance des paresthésies.

Sur le plan de la force, tous ont retrouvé une force normale sauf un (5%) qui se trouve inchangé. Il s'agit du patient qui présente le plus mauvais résultat de score de Bishop global de la série.

5. Evaluation subjective globale des patients

L'évaluation subjective des patients retrouvait des résultats similaires au score de Bishop. En effet, les patients se trouvaient bien mieux pour 14 coudes (70%), mieux pour 5 coudes (25%) et moins bien pour 1 coude (5%). Aucun patient ne se trouvait inchangé ou bien moins bien.

Patient No	Recul	Score	Résultat (Bishop)	Appréciation (subjectif)
	téléphonique (mois)	Bishop Total		
1	48	9	Excellent	Bien mieux
2	54	7	Bon	Mieux
3	55	5	Bon	Bien mieux
4	52	9	Excellent	Bien mieux
5	53	9	Excellent	Bien mieux
6	53	7	Bon	Bien mieux
7	56	9	Excellent	Bien mieux
	50	9	Excellent	Bien mieux
8	52	8	Excellent	Bien mieux
9	55	7	Bon	Mieux
10	52	9	Excellent	Mieux
11	36	9	Excellent	Bien mieux
	35	8	Excellent	Bien mieux
12	45	8	Excellent	Mieux
13	41	8	Excellent	Mieux
14	36	9	Excellent	Bien mieux
15	43	9	Excellent	Bien mieux
16	40	8	Excellent	Bien mieux
17	43	4	Acceptable	Moins bien
18	33	8	Excellent	Bien mieux

Table 15 Données détaillées des résultats cliniques et fonctionnels de la série

6. Corrélation avec le score de Mc Gowan pré opératoire

Si on divise la série en deux populations en fonction de leur statut pré opératoire selon la classification de Mc Gowan, on retrouve 9 coudes de stade Mc Gowan 1 et 11 coudes de stade Mc Gowan 2A.

On retrouve que le score de Bishop au dernier recul semble être meilleur dans la série des patients de stade Mc Gowan 1 par rapport à ceux de stade Mc Gowan 2A même si ce résultat n'est pas statistiquement significatif ($p=0,105$) en raison probablement de la petite taille des effectifs.

Par contre, sur le plan de l'appréciation subjective, 100% des patients de stade Mc Gowan 1 se trouvaient « bien mieux » tandis que dans le groupe des patients Mc Gowan 2A, 5 (45,5%) se trouvaient « bien mieux », 5 (45,5%) se trouvaient « mieux » et 1 (9,1%) se trouvait « moins bien ». On peut donc conclure que les patients présentant une neuropathie moins évoluée étaient statistiquement beaucoup plus satisfait que ceux présentant une neuropathie évoluée ($p=0,02$).

Mc Gowan	Groupe 1 1 N = 9	Groupe 2 2A N = 11	P value
Bishop			$p=0,591$ (Fisher)
Excellent	8 (88,9%)	7 (63,6%)	
Bon	1 (11,1%)	3 (27,3%)	
Acceptable	0 (0,0%)	1 (9,1%)	
Mediocre	0 (0,0%)	0 (0,0%)	
Appréciation			$p=0,02$ (Fisher)
Bien mieux	9 (100,0%)	5 (45,5%)	
Mieux	0 (0,0%)	5 (45,5%)	
Inchangé	0 (0,0%)	0 (0,0%)	
Moins bien	0 (0,0%)	1 (9,1%)	
Bien moins bien	0 (0,0%)	0 (0,0%)	

Table 16 Analyse statistique univariée testant l'effet du statut de Mc Gowan pré opératoire sur le score de Bishop

7. Corrélation avec le tabagisme

Dans l'analyse rétrospective des données, on retrouvait un tabagisme actif au moment de l'intervention dans 11 cas (55%) sur 20. Si on considère ces deux populations, les fumeurs par rapport aux non fumeurs, on ne retrouve pas de modification du score de Bishop ou de l'amélioration subjective des patients en fonction du tabac. En raison

des trop petits effectifs, on n'a pas la puissance statistique pour mettre en évidence une différence significative.

Patient No	Recul	Score	Résultat (Bishop)	Appréciation (subjectif)	Tabac
	téléphonique (mois)	Bishop Total			
1	48	9	Excellent	Bien mieux	non
2	54	7	Bon	Mieux	oui
3	55	5	Bon	Bien mieux	oui
4	52	9	Excellent	Bien mieux	oui
5	53	9	Excellent	Bien mieux	oui
6	53	7	Bon	Bien mieux	oui
7	56	9	Excellent	Bien mieux	oui
	50	9	Excellent	Bien mieux	oui
8	52	8	Excellent	Bien mieux	non
9	55	7	Bon	Mieux	non
10	52	9	Excellent	Mieux	non
11	36	9	Excellent	Bien mieux	non
	35	8	Excellent	Bien mieux	non
12	45	8	Excellent	Mieux	oui
13	41	8	Excellent	Mieux	non
14	36	9	Excellent	Bien mieux	oui
15	43	9	Excellent	Bien mieux	oui
16	40	8	Excellent	Bien mieux	oui
17	43	4	Acceptable	Moins bien	non
18	33	8	Excellent	Bien mieux	non

Table 17 Données détaillées des résultats cliniques et du statut tabagique de la population

	Groupe 1	Groupe 2	P value
Tabac	Non N = 9	Oui N = 11	
Bishop			p=0,591 (Fisher)
Excellent	7 (77,8%)	8 (72,7%)	
Bon	1 (11,1%)	3 (27,3%)	
Acceptable	1 (11,1%)	0 (0,0%)	
Mediocre	0 (0,0%)	0 (0,0%)	
Appréciation			p=0,438 (Fisher)
Bien mieux	5 (55,6%)	9 (81,8%)	
Mieux	3 (33,3%)	2 (18,2%)	
Inchangé	0 (0,0%)	0 (0,0%)	
Moins bien	1 (11,1%)	0 (0,0%)	
Bien moins bien	0 (0,0%)	0 (0,0%)	

Table 18 Analyse statistique univariée testant l'effet du statut tabagique pré opératoire sur le score de Bishop

8. Analyse multi variée

Si on regarde l'influence du score de Mac Gowan sur le score de Bishop, ajustée avec le statut tabagique des patients, on ne retrouve pas non plus de différence significative, en partie à cause du manque de puissance de cette étude.

VI. Discussion

Le traitement optimal de la libération du nerf ulnaire au coude a été débattu activement depuis de nombreuses années. Il y a deux écoles : ceux qui considèrent que le problème vient d'une compression nerveuse par les structures sus-jacentes et qu'il suffit donc d'ouvrir ces structures sans disséquer le nerf ulnaire de son lit originel pour traiter le syndrome ulnaire ; d'autres considèrent que le nerf est mis en tension excessive lors de la flexion du coude et que le seul traitement valable est la transposition antérieure en avant de l'épicondyle médial. Seulement il s'agit d'une chirurgie plus invasive voir risquée qui a sa place en cas de modification de l'anatomie locale selon notre expérience, donc en cas de cubitus valgus, de déformation arthrosique du coude ou de cal vicieux traumatique de la palette humérale. Les transpositions ulnaires sont maintenant reconnues comme non seulement non nécessaire en cas d'anatomie non modifiée et en l'absence de luxation nerveuse spontanée, mais aussi potentiellement dangereuses car elles nécessitent une dissection étendue du nerf ulnaire et sont à risque de complications et de défaut de récupération nerveuse motrice ou sensitive en compromettant la vascularisation du nerf. De plus, bien que la littérature montre des résultats cliniques similaires entre les décompressions in situ et les transpositions antérieures, elle montre aussi clairement que les transpositions antérieures sont plus pourvoyeuses de complications cutanées ou infectieuses (102,103,106–108,122). La neurolyse in situ semble donc être justifiée dans le traitement de première intention des syndromes de compression ulnaire au coude primitif.

Selon Heithoff (150), toutes les techniques chirurgicales de libération du nerf ulnaire présentent des résultats comparables et donc pour lui, le choix doit s'effectuer sur le critère de la simplicité. Cependant, malgré la variété de technique disponible, aucun schéma thérapeutique standard n'a été établi pour la prise en charge chirurgicale des syndromes ulnaires au coude.

Un désir de diminuer la morbidité, de diminuer la durée opératoire, d'améliorer les performances, de diminuer le taux de complication et d'améliorer le délai de récupération fonctionnelle a conduit au développement de techniques endoscopiques. L'amélioration des ancillaires et des techniques et l'amélioration des connaissances anatomiques locales aboutissent à une dissection minimale, une réduction de la dévascularisation nerveuse, une diminution du taux de lésions iatrogènes, une

diminution des manipulations nerveuses et une cicatrice plus esthétique tout en permettant une libération étendue du nerf ulnaire avec libération de tous les sites compressifs potentiels. La mobilisation immédiate prévient le risque de raideur post opératoire et de fibrose cicatricielle qui est la cause la plus fréquente de récurrence de compression ulnaire.

De plus, les techniques endoscopiques permettent par un abord mini invasif de libérer le nerf ulnaire sur une grande partie de son trajet en proximal et en distal autour du coude, d'autant plus que la libération distale surtout semble déterminante dans l'amélioration des résultats. Selon Hoffman et Siemionow (36), la libération doit atteindre au moins 10 cm en distal de l'épicondyle médial pour être complète, et donc ce but est facilement atteint par endoscopie. Tout d'abord réservée pour des syndromes ulnaires légers à modérés, l'endoscopie de libération du nerf ulnaire semble également appropriée pour les syndromes ulnaires sévères. Enfin, il semble que les patients ne présentent qu'un taux très faible de récurrence malgré l'absence de transposition antérieure du nerf ulnaire (150,151).

Les meilleures études sur la décompression endoscopique des nerfs périphériques portent sur la libération du canal carpien. Les études comparant des techniques endoscopiques et à ciel ouvert de libération du canal carpien ont montré que la chirurgie mini invasive apportait l'avantage d'une récupération plus rapide, moins de douleur post opératoire, moins de cicatrices. Les mêmes bénéfices sont observés dans la libération endoscopique du nerf ulnaire même si aucune étude ne fait la preuve de la supériorité du traitement endoscopique.

Or pour les techniques endoscopiques dans le cadre du tunnel ulnaire, les quatre points suivants ont été particulièrement mis en avant dans la littérature (148):

- le risque de saignement tardif qui peut passer inaperçu à l'échelle de l'endoscope pendant l'intervention
- le risque de contusion iatrogène du nerf ulnaire par l'introduction de bougies dans le tunnel ulnaire
- l'exposition limitée du nerf et des structures adjacentes du fait de la dissection limitée
- le risque de déstabilisation du nerf en fin de procédure

Pour se développer, il faut que les techniques endoscopiques permettent une libération suffisante du nerf comprimé dans un temps opératoire acceptable. Le développement d'une technique dépend également de sa simplicité, sa reproductibilité, de l'accessibilité de sa courbe d'apprentissage, et de sa supériorité en terme de résultats et de complications.

A. Comparaison des techniques endoscopiques aux techniques à ciel ouvert

1. Résultats de la décompression in situ

La technique de libération in situ du nerf ulnaire au coude à ciel ouvert est une technique sûre, simple et bien établie.

La littérature rapporte entre 80 et 90% de taux de succès pour les séries de libération in situ du nerf ulnaire au coude à ciel ouvert (152).

En cherchant le meilleur traitement chirurgical de la neuropathie ulnaire au coude, quelques très belles études contrôlées randomisées ont prouvé que la décompression in situ est aussi efficace que la transposition antérieure du nerf ulnaire, sous cutanée ou sous musculaire, et que ces dernières peuvent être réservées à quelques cas sélectionnés (107,108,126).

Dans les études comparatives, entre la neurolyse in situ et la transposition antérieure, on retrouve un taux d'excellents et bons résultats selon Bishop de 65,33% des patients dans l'étude de Bartel (106), 80% pour les formes sévères (grade 3 de Mc Gowan) dans l'étude de Gervasio (108), et 61% d'amélioration dans l'étude de Biggs (107). La méta analyse de la Cochrane (86) montre une amélioration clinique pour 70% des patients traités par décompression simple versus 75% des patients traités par transposition antérieure sans mettre en évidence de différence statistiquement significative.

Assmus (68) rapporte dans l'étude d'une série de 523 décompressions simples sans transposition un délai de disparition des signes fonctionnels de neuropathie ulnaire de 2 à 4 mois pour les formes légères à modérées et jusqu'à 12 mois pour les formes sévères.

Le taux de complication des techniques de décompression à ciel ouvert est de 10% en moyenne selon les séries (9,6% Bartels, 14,28% Biggs) et concerne principalement des lésions de branches du nerf cutané médial de l'avant bras et des complications

cutanées de type, désunion, retard de cicatrisation, infection superficielle ou cicatrice chéloïde.

Le taux de révision après neurolyse in situ varie en fonction des séries mais reste relativement faible (2% Song, 7% Goldfarb, 10% Lankester et Giddins, 13% Seradge, 19% Krogue).

Cependant, ces résultats concernent les techniques de libération in situ traditionnelles qui correspondent à un abord cutané allant jusqu'à 10 cm. Des publications plus récentes proposent des techniques de libération in situ mini invasives, via un abord de 3cm en moyenne.

Taniguchi a publié en 2002 (104) sa série de 18 patients opérés de neurolyse in situ du nerf ulnaire par un mini abord de 1,5 à 2,5 cm sans assistance endoscopique avec 78% d'excellents et bons résultats, et sans déplorer de complication.

Schmidt (144) ne rapporte dans sa revue comparative entre une technique mini invasive et une technique de libération endoscopique aucune lésion du nerf cutané médial de l'avant bras dans les deux groupes. Les auteurs concluent donc que certainement, la courte incision en elle même ne garanti pas l'absence de lésion iatrogène de rameaux nerveux superficiels. Cependant, ces résultats peuvent montrer une corrélation entre la réduction de la taille de l'incision et l'absence de lésion du nerf cutané médial de l'avant bras. De nouvelles études sont nécessaires pour mieux évaluer l'apport de ces techniques mini invasives par rapport aux techniques traditionnelles que l'on considère comme le gold standard.

2. Résultats de la décompression endoscopique

a. Résultats cliniques

Scores utilisés

Les résultats sont exprimés selon des scores cliniques. Le plus couramment utilisé est le score de Bishop que nous avons également utilisé pour évaluer notre série. D'autres scores existent :

- Wilson et Krout modifiée par Heithoff (153) qui prend en compte la sensibilité du site d'incision ce qui détermine critiquelement les résultats
- Alnot et Frajman
- Bimmler
- Yasutake

- Gabel et Amadio (15)
- Messina

Dans sa revue de la littérature, Aldekhayel (154) a établi une corrélation entre ces différentes classifications pour pouvoir comparer les résultats des différentes séries entre elles.

Combined system	Definition	Bishop	Messina	W & K	G & A	A & F	McGowan
Excellent	Complete resolution of symptoms	Excellent	Excellent	Excellent	Excellent	Excellent	0
Good	General resolution with mild residual intermittent symptoms	Good	Good	Good	Good	Good	I
Fair	Mild improvement with significant residual persistent symptoms	Fair	Fair	Fair	Fair	Poor	II
Poor	Lack of improvement or worsening of initial symptoms	Poor	Poor	Poor	Poor	Worse	III

Note. W & K, Wilson and Krout; G & A, Gabel and Amadio; A & F, Alnot and Frajman.

Table 19 Equivalence des différentes classifications d'évaluation des résultats post opératoires. Tableau issu de l'article original d'Aldekhayel et al (154).

Présentation de la revue de la littérature

Dans notre revue de la littérature, nous avons étudié toutes les séries de cas publiées après 2010 en français ou en anglais. On a donc repris les résultats de 11 études portant sur la libération endoscopique du nerf ulnaire au coude (9,65,93,133,136,137,155–159). Toutes ces études sont des études de niveau IV selon la base de l'échelle de niveaux de preuve établie par Oxford pour l'EBM en 2009 (Evidence Based Medecine ou médecine basée sur les preuves).

Level of evidence	Qualifying studies
I	High-quality randomized controlled trial with statistically significant difference or no statistically significant difference but narrow confidence intervals, or systematic review of these studies
II	Lesser quality randomized controlled trial, prospective comparative study, or systematic review of these studies
III	Retrospective comparative study, case-control study, or systematic review of these studies
IV	Case series
V	Expert opinion

Source. Based on data from Oxford Centre for Evidence-Based Medicine—Levels of Evidence (March 2009).

Table 20 Niveau de preuve des études scientifiques

Présentation des résultats

En moyenne, dans les différentes séries, on retrouve 87,84% d'excellents et bons résultats (70% à 100%) quelque soit le score utilisé pour un recul moyen de 15,6 mois (3 à 32 mois selon les auteurs).

Auteur	Année de publication	N	PDV	Age moyen	CC	Tabac	Classification sévérité	Forme sévère (%)	Recul moyen (mois)	Classification suivi	Excellent et bons résultats (%)
Cobb et al	2010	104	NC	48	48%	NC	Dellon	52,00%	24,5	Bishop	94,00%
Flores	2010	13	NC	52,3	NC	NC	Dellon	53,40%	6	Bishop	92,20%
Oertel et al	2010	26	3	45,5	NC	NC	Mac Gowan	50,00%	9,2	Mac Gowan	86,30%
Stadie et al	2010	32	5	53,4	NC	NC	Mac Gowan	21,87%	28	Mac Gowan	70,37%
Leclere et al	2011	55	NC	54	NC	30,90%	Dellon	23,64%	21	Bishop	92,73%
Barlaan et Wing-Yup	2011	6	NC	55	NC	NC	Dellon	50,00%	6	Bishop	100,00%
Cross et Matullo	2013	19	2	50,5	100%	NC	Mac Gowan	0,00%	3	NC	88,00%
Mirza et al	2014	92	NC	52	80%	NC	Dellon	29,35%	8	Gabel et amadio	69,56%
Cobb et al	2014	172	NC	50	NC	NC	Dellon	47,70%	30	Bishop	96,00%
Martin et al	2014	55	NC	52	0%	NC	NC	NC (60%)	24	Bishop	89,10%
Marcheix et al	2016	17		55,8	NC	23,50%	Mac Gowan	47,06%	12	Bishop	88,00%
Herzberg	2016	24	4	54	45,00%	55,00%	Mac Gowan	0,00%	46	Bishop	95,00%

Table 21 Résultats des séries de libération endoscopique du nerf ulnaire récentes (publiées après 2010)

N : nombre de patients inclus, *PDV* : nombre de patients perdus de vue

Pour notre part, nous retrouvons dans notre série 95 % de bons et très bons résultats pour un recul moyen de 46 mois. Ce résultat est donc cohérent avec les données de la littérature.

Les techniques endoscopiques sont donc des techniques efficaces pour la libération du nerf ulnaire au coude.

Pour les auteurs qui ont étudié des paramètres objectifs comme le recueil de données EMG en pré et post opératoire, ils retrouvent une amélioration significative de la conduction sensitive et motrice après libération endoscopique du nerf ulnaire, prouvant que la libération endoscopique est une vraie libération nerveuse (157,159).

On peut donc confier au patient qu'il peut s'attendre grâce à cette technique à une résolution complète des signes dans 86% des cas sur la faiblesse musculaire, 81% sur les douleurs, 79% sur les paresthésies, 78% sur l'atrophie musculaire et 76% sur la discrimination sensitive évaluée par la discrimination entre deux points statiques, et 65% sur le signe de Wartenberg pré opératoire (158).

b. Complications de l'endoscopie

Auteur	Année de publication	nevrome du			infection superficielle	reprise chirurgicale		luxation		récurrence	echecs	reprise chirurgicale tardive
		N	NCMAB	hematome		précoce	per op	post op				
Cobb et al	2010	104	0	0	0	0	0	0	0	1	2	3
Flores	2010	13	0	4	0	0	0	0	0	NA	NA	NA
Oertel et al	2010	26	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0
Stadie et al	2010	32	0	5	2	2	0	0	0	0	2	1
Leclere et al	2011	55	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0
Barlaan et Wing-Yup	2011	6	0	0	0	0	0	0	0	0	NA	0
Cross et Matullo	2013	19	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0
Mirza et al	2014	92	0	0	0	0	11	1	NA	4	2	2
Cobb et al	2014	172	0	1	2	0	0	0	1	3	4	4
Martin et al	2014	55	0	2	0	2	0	0	1	0	NA	NA
Marcheix et al	2016	17	0	0	0	0	1	0	0	NA	NA	NA
Herzberg	2016	24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Table 22 Tableau récapitulatif des complications dans la revue de la littérature après 2010

Le taux de complication global est selon les séries de 0% dans l'étude de Cobb, Oertel, Barlaan, Mirza et Marcheix (9,93,137,155,157); de 3,63% dans l'étude de Martin (159), de 4% dans la seconde série de Cobb (158), de 5,5% dans l'étude de Leclère (156), de 10,52% dans l'étude de Cross (65), de 21,88% dans l'étude de Stadie (136) et de 30,76% de l'étude de Flores (133). Donc en moyenne, on retrouve un taux de complication de 6,93% pour les libérations endoscopiques du nerf ulnaire au coude.

- Névrome de la branche postérieure du nerf cutané médial de l'avant bras

Comme cela a été précédemment démontré, cette complication n'est pas fréquente pour les techniques de libération endoscopique par rapport aux techniques à ciel ouvert du fait de l'abord cutané très limité. Dans cette revue de la littérature, une seule complication touchant le nerf cutané médial de l'avant bras a été relevée sur 591 coudes (0,17%) et aucun névrome n'a été observé dans notre série. Dans la meta analyse de Aldekhayel (154), qui englobe des séries plus anciennes publiées avant 2010, il retrouve 10 cas de lésion du nerf cutané médial de l'avant bras sur 556 coudes traités par libération endoscopique du nerf ulnaire au coude (1,80%). Tous ont récupéré dans les 3 mois post opératoire. Il s'agissait donc plutôt d'une neurapraxie par étirement ou compression qu'une lésion iatrogène.

- Hématome post opératoire

Le principal risque des techniques endoscopique est l'hématome post opératoire. Comme le dit Flores (133), ces techniques nécessitent d'être réalisées sous garrot. On libère le nerf ulnaire sur des distances importantes et l'hémostase soigneuse n'est pas toujours facile à faire en fin de procédure dans un espace étroit et au contact du nerf. Cela arrive surtout à la partie proximale du coude et non dans le tunnel ulnaire. Flores considère que le site le plus proximal correspondant au septum inter musculaire est le plus difficile à contrôler car distant de l'incision cutanée et on retrouve dans cette zone de nombreux vaisseaux en provenance et à destination du triceps qui peuvent potentiellement être lésés et à l'origine d'un hématome si non contrôlés. Les auteurs appliquent donc une compression manuelle en fin d'intervention sur le tiers distal du bras jusqu'à ce que le saignement s'arrête complètement. Si cette manœuvre n'est pas suffisante, il faut réintroduire l'endoscope pour réaliser une hémostase correcte. Mais le taux de complication reste faible et le taux de reprise encore plus.

Dans cette revue de la littérature, on retrouve 4 hématomes dans la série de Flores (30,76%) (133), tous les quatre concernant les premiers patients de la série et dont aucun n'a nécessité une reprise chirurgicale. Cela montre bien qu'il y a également une courbe d'apprentissage qui permet de limiter les complications avec l'expérience. On retrouve également 5 hématomes dans la série de Stadie (15,63%) (136), 1 hématome dans les séries de Cross (5,26%) (65) et de Cobb (0,58%) (158) qui n'ont pas nécessité de reprise chirurgicale. D'autre part, on a constaté 2 hématomes dans la série de Martin (3,63%) (159) et 1 hématome dans la série de Leclère (1,82%) (156) qui ont nécessité une évacuation chirurgicale.

Au total, sur les 591 coudes qui sont inclus dans cette revue de la littérature, on retrouve 14 hématomes post opératoire (2,37%) dont 3 ayant nécessité une reprise chirurgicale (0,51%).

Dans la revue de la littérature d'Aldekhayel (154), il retrouvait 17 hématomes (3,05%) dont 4 ayant nécessité une reprise chirurgicale (0,71%) sur 556 coudes.

Pour notre part, nous n'avons eu à déplorer aucun hématome post opératoire.

L'hématome est de loin la complication la plus fréquente des techniques endoscopiques mais reste très limitée.

- Infection superficielle

La seconde complication la plus fréquente correspond aux infections superficielles que l'on retrouve dans plusieurs séries. Les auteurs rapportent 2 infections dans l'étude de Stadie (6,25%) (136) ayant toutes les deux nécessité un lavage chirurgical, 1 infection dans l'étude de Cross (5,26%) (65) et 2 infections superficielles dans l'étude de Cobb (1,16%) (158) qui n'ont pas nécessité de reprise chirurgicale. Sur l'ensemble de cette revue de la littérature, on retrouve 5 infections (0,84%). Nous n'avons pas eu non plus à déplorer cette complication dans notre série.

- Instabilité nerveuse post opératoire

Les détracteurs de la technique de neurolyse in situ à ciel ouvert avancent que cette technique présente un risque plus élevé d'instabilité nerveuse post opératoire par la neurolyse en elle même qui libère le nerf de ses attaches naturelles alors que celui ci est naturellement déporté en avant de l'axe de rotation du coude lors de la flexion du fait des contraintes mécaniques qui s'y appliquent. Cette instabilité créée est même à l'origine de l'augmentation du risque de récurrence de la neuropathie, selon ces mêmes auteurs, par augmentation des forces de frictions sur le nerf libéré. Ces considérations ne semblent pas concerner aussi les techniques endoscopiques. Par rapport à la libération à ciel ouvert, le traumatisme chirurgical est très limité et donc ne déstabilise pas le nerf. Le but est de sectionner les septas fibreux qui compriment le nerf mais comme le reste des tissus sus jacents ne sont pas sectionnés, à l'inverse de la neurolyse à ciel ouvert, le nerf reste dans son lit originel. De plus, lors des techniques endoscopiques, on ne fait pas de libération du nerf circonferentielle et donc non seulement on évite de le déstabiliser mais aussi on limite sa dévascularisation. Il ne semble donc pas y avoir plus d'instabilité nerveuse en post opératoire dans les techniques endoscopiques. L'analyse de la littérature confirme cette impression. Tsai, Krishnan, Hoffman, Ahcan, Flores, Yoshida, Cobb, Stadie, Barlaan, Kovachevich, Cross et Martin n'ont rapporté aucune luxation per ou post opératoire (36,65,130,133,134,136,139,140,143,157–159). Oertel et Marcheix ont rapporté un épisode de luxation per opératoire chacun ayant nécessité une transposition antérieure, respectivement sous musculaire et sous cutanée, et ont été exclus de l'analyse des résultats (137,155). L'auteur considère ces patients comme Childress B en per opératoire. Mirza a rapporté 11 luxations per opératoire sur sa série de 92 patients

avec la technique Tsai-like ayant nécessité dans 10 cas une épicondylectomie médiale dans le même temps opératoire (9). Enfin, Desmoineaux a retrouvé dans les suites 2 cas de luxations post opératoires(138), et Mirza, 1 cas de luxation post opératoire pour lesquels une transposition antérieure a été réalisée secondairement. Enfin Dützmann retrouve dans son étude comparative 4 subluxations nerveuses au dernier suivi post opératoire dont deux patients s'estiment suffisamment gênés pour avoir été repris par transposition antérieure par voie endoscopique (148). Pour notre part, nous n'avons eu aucune instabilité nerveuse per ou post opératoire dans notre série.

Dans notre revue de la littérature après 2010, on retrouve donc sur 591 coudes, 13 luxations per opératoires (2,20%) et 1 luxation post opératoire (0,17%). La méta analyse de Aldekhayel (154) met en évidence un taux d'instabilité nerveuse induit par la libération extensive endoscopique de 0,17% en per opératoire (1 cas) et 0,36% en post opératoire (2 cas). On peut donc conclure que les techniques de libérations endoscopiques n'entraînent pas de déstabilisation du nerf ulnaire de manière significative.

- Récurrence

Le taux de récurrence (93) correspond à la réapparition de symptôme après 3 mois ou plus post opératoire d'une chirurgie libératrice du nerf ulnaire chez un patient qui présentait une disparition complète des symptômes comme l'avait défini Seradge et al (120). Le taux de récurrence des procédures endoscopiques se situe entre 0,02 et 5,24 % selon Cobb (93) et n'est donc pas plus élevé que dans les techniques à ciel ouvert dans la littérature. Dans notre revue de la littérature, nous retrouvons 1 cas de récurrence dans les deux séries de Cobb (93,158) et 1 cas dans la série de Martin (159). Pour notre part, nous ne présentons aucune récurrence dans notre série.

Sur l'ensemble de la revue de la littérature récente, on retrouve donc 3 cas de récurrences avérées ayant nécessité une reprise chirurgicale (0,54%). Dans celle d'Aldekhayel (154), il retrouve 4 cas de récurrence du syndrome ulnaire (0,72%).

- Echec

Enfin, lorsque les symptômes ne disparaissent pas à l'issue de la chirurgie voir s'aggravent, il s'agit d'un échec chirurgical. Il ne faut pas confondre un patient insatisfait de l'intervention avec un patient qui présente objectivement des signes

cliniques et electro myographiques de persistance de la neuropathie ulnaire. Dans notre revue de la littérature, nous retrouvons 2 cas d'échec dans la première série de Cobb (93) et 3 dans sa seconde série (158), 1 cas dans celle de Oertel (155), 2 cas dans celle de Stadie (136) et 4 cas dans celle de Mirza (9). Tous les auteurs ne donnent pas toujours le devenir de ces patients mais ceux qui le font nous indiquent qu'ils ont été repris soit par libération in situ à ciel ouvert (158), soit par une transposition antérieure, soit par epicondylectomie médiale (9). Dans notre revue de la littérature, on retrouve donc un taux d'échec de 2,03% et dans celle d'Aldekhayel (154), 0,54%. Il s'agit donc d'une complication grave mais peu fréquente des techniques de libération endoscopique du nerf ulnaire.

c. Limites de l'endoscopie

- Durée opératoire et courbe d'apprentissage

La durée opératoire est plus courte lors de libération endoscopique que pour des libérations à ciel ouvert selon Damert et al (160) dans les mains de chirurgiens expérimentés. De même la courbe d'apprentissage est courte pour un chirurgien entraîné. Cependant, il faut une bonne expérience en chirurgie nerveuse et bien maîtriser la technique à ciel ouvert pour pouvoir changer pour une technique endoscopique.

Cette donnée est très variable selon les séries, 18 minutes dans les mains de Desmoineaux, 20 minutes pour Leclère (156), 23 minutes pour Flores (133), 25 minutes pour Ahcan et Stadie (136,140), 30 minutes pour Martin et al (159), et 45 minutes en moyenne pour Krishnan, Oertel et Barlaan (139,155,157). Pour l'ancillaire Endorelease avec la technique de Cobb, la durée opératoire moyenne dans les mains des auteurs est de 10 minutes (158). Marcheix et Cross (65,137), qui utilisent également la même technique n'ont pas communiqué sur leur durée opératoire. Pour notre série multi opérateur, la durée opératoire moyenne était de 33 minutes en moyenne.

De même, un garrot est nécessaire pour diminuer le saignement per opératoire, diminuer la durée opératoire par diminution des temps de nettoyage de l'optique (65 minutes versus 36 minutes) et éviter les lésions iatrogènes d'une dissection à l'aveugle (155).

En général, la vision endoscopique est en deux dimensions, contrairement à l'approche à ciel ouvert qui permet une perception du champ opératoire en trois dimensions. Cependant, la quatrième dimension dans la vision 3D à ciel ouvert, à savoir le temps, sert comme troisième dimension en vision endoscopique selon Krishnan (139). Le chirurgien perçoit les images endoscopiques en deux dimensions sur le moniteur d'une manière 3D alors qu'il progresse dans son intervention ; c'est à dire avec la dimension temps. Ainsi, le désavantage de la vision endoscopique en deux dimensions est seulement un phénomène apparent et est corrigé avec l'acquisition d'expérience en technique endoscopique.

Dans les études comparatives de techniques à ciel ouvert et par endoscopie, Bolster (161) réalise une décompression mini invasive en 9 minutes de moins qu'une libération endoscopique. Dützmann (148) ne retrouve pas de différence en terme de durée opératoire entre une technique de libération à ciel ouvert classique (27,7 min) et une technique endoscopique (29,6 min). Enfin, Schmidt (144) dans son étude randomisée en double aveugle compare une technique mini invasive à une libération endoscopique selon la technique d'Hoffmann. Pour lui, la durée opératoire de l'incision à la suture dure 70,45 minutes pour une libération endoscopique alors qu'il réalise une neurolyse in situ mini invasive en 44,63 minutes. Pour lui, la réalisation d'une technique endoscopique est statistiquement plus longue à réaliser qu'une technique à ciel ouvert ($p < 0,001$). Cependant il retrouve également que la durée opératoire des techniques endoscopiques diminue avec le temps, mettant bien la en valeur la courbe d'apprentissage du chirurgien. Il retrouve une différence significative entre les durées des premières interventions par rapport aux plus récentes ($p=0,02$). A l'inverse, il ne retrouve pas de courbe d'apprentissage pour les techniques à ciel ouvert ($p=0,30$).

Au total, cet item est donc chirurgical dépendant et notamment en fonction de l'expérience de chacun et de son évolution dans sa courbe d'apprentissage. Dans les mains d'un chirurgien entraîné, il semble qu'une technique endoscopique soit plus rapide à réaliser ou au moins pas plus longue qu'une libération à ciel ouvert.

- Ancillaire adapté et coût supplémentaire

Enfin, les techniques endoscopiques nécessitent l'investissement dans un ancillaire spécialisé. Au minimum, il est nécessaire d'acquérir une caméra avec un moniteur, un optique et un speculum éclairé. L'acquisition de ciseaux et de pinces endoscopiques dépend de la technique utilisée. La simplification et la spécialisation du matériel facilite la procédure dans un sens, donc diminue la courbe d'apprentissage et les durées opératoires. D'autre côté, chaque instrument spécifique en plus rajoute un coût matériel supplémentaire. Les techniques endoscopiques ont été critiquées pour ces augmentations de coûts non justifiées pour une procédure qui peut être réalisée facilement à ciel ouvert. Cependant, il est important de considérer les coûts à la fois directs et indirects de la maladie concernée et les potentiels bénéfices économiques associés à un retour au travail plus rapide par exemple ou une diminution des durées opératoires (10 minutes dans l'étude de Cobb). Les coûts additionnels comme l'équipement nécessaire à ajouter de manière spécifique pour la libération endoscopique du nerf ulnaire, car caméra, colonnes de scopie et endoscope sont potentiellement déjà implantés dans les services ou la courbe d'apprentissage du chirurgien sont difficilement évaluables en pratique.

- Limites liées aux patients

Obésité

Une limitation potentielle est mise en évidence par Oertel (155) qui retrouve chez 8 patients obèses de difficultés à aborder le nerf ulnaire dans la gouttière retro condylienne par une courte incision de 2 cm, puis la technique endoscopique est gênée par l'issue de graisse devant l'optique, gênant la vision de l'opérateur. Cependant, l'auteur a pu compléter la procédure endoscopique dans tous les cas et il ne semble pas y avoir de différence statistiquement significative dans les résultats cliniques de ces patients. Mais la difficulté technique se traduit par un allongement du temps moyen opératoire qui passe de 36 à 51 minutes en moyenne chez les patients obèses. Pour l'auteur, les patients ayant un BMI > 30 rendent le geste techniquement plus difficile et on peut être amené chez ces patients à faire un abord plus large pour mieux s'exposer et éviter les lésions iatrogènes.

Muscle anconeus epitrochlearis

De même, la présence d'un muscle anconeus epitrochlearis rend nécessaire un abord plus large pour disséquer et réséquer ce muscle en début de procédure pour ainsi pouvoir aborder le tunnel ulnaire sous jacent (36).

d. Longueur de la décompression : but de l'endoscopie

“Although the skin incision can frequently be kept to a minimum (<2 cm), superior visualization associated with this approach allows for in situ decompression of the ulnar nerve along a distance of up to 30 cm.” Zajonc (162).

Dans la forme la plus décrite, le nerf ulnaire est comprimé dans le tunnel ulnaire constitué par la gouttière rétro olécraniennne, le ligament arqué et le fascia d'Osborne (59). Cependant, le nerf peut être comprimé plus proximalemt par l'arcade de Struthers et le septum inter musculaire médial, et distalement dans le tunnel ulnaire distal. En effet, de nombreux auteurs s'accordent à dire que l'aponévrose profonde des fléchisseurs est une cause potentielle de la persistance de la symptomatologie après décompression chirurgicale du nerf ulnaire.

Selon les travaux de Green et Rayan (4), confortés par de nombreux autres auteurs, il semble que l'étude de l'anatomie, de la biomécanique et de l'histologie du nerf ulnaire sous l'arcade d'Amadio et Beckenbaugh prouve que le nerf peut être comprimé non seulement dans le tunnel ostéo fibreux mais également, si ce n'est plus, dans le tunnel distal. Cette hypothèse soutient l'argumentaire qu'il faut libérer tous les sites de compression du nerf ulnaire pour traiter ce syndrome compressif et donc qu'il faut bien libérer cette aponévrose dans les 10 cm distaux à l'épicondyle médiale. Les auteurs concluent qu'il existe une relation intime entre le nerf ulnaire et l'aponévrose commune des fléchisseurs (Amadio) et que cette proximité apparaît affecter les paramètres biomécaniques du tunnel ulnaire et contribuer à la compression chronique du nerf ulnaire dans le tunnel ulnaire distal. La composante distale de compression du nerf ulnaire semble même être la principale. L'étude anatomique de Karatas (163) conforte cet argumentaire après dissection de 12 coudes cadavériques. De même, les auteurs constataient en distal une aponévrose profonde des fléchisseurs présente chez tous les cadavres. Et pour 4 cadavres, il y avait un tunnel musculaire additionnel

provenant de l'aponévrose des FDS et qui recouvraient le nerf ulnaire jusqu'à une distance moyenne de 9,3 cm distalement à l'épicondyle médial. Enfin, pour 5 spécimens, les auteurs retrouvaient, au niveau de la portion du nerf se situant sous l'aponévrose profonde des fléchisseurs, des bandes fibreuses à une distance moyenne de 9,4 cm de l'épicondyle médial et chez un spécimen une aponévrose complète de 5,5 cm de long. De même, Siemionow et al (35) reportent dans leur étude cadavérique l'existence de bandes fasciales ou de rétrécissements du fascia segmentaires, sous le FCU, au niveau de la partie proximale de l'avant bras, capable de compression du nerf ulnaire jusqu'à 9 cm en aval de l'épicondyle médial. Ils se basent sur ces constatations pour justifier l'utilisation de l'endoscopie dans la libération du nerf ulnaire dans leur étude clinique où ils ont effectivement observé ces bandes fibreuses compressives en per opératoire. Et ils retrouvent que les techniques endoscopiques permettent une libération sur une distance moyenne de 17 cm (15 à 23 cm) (36). Dans ces considérations, une libération adéquate du nerf ulnaire au coude doit inclure la libération de cette aponévrose distale tout en protégeant le complexe ligamentaire médial du coude. L'arthroscopie semble donc pouvoir répondre à ces objectifs en évitant un abord extensif. Pour libérer le nerf ulnaire de manière extensive dans ces dissections cadavériques, les auteurs réalisent une incision de 15 cm sur la face médial du bras et de l'avant bras. On comprend donc bien tout le bénéfice d'une approche endoscopique mini invasive.

Pour Ahcan et Zorman (140) cependant, la neurolyse in situ complète était obtenue par ouverture du toit du tunnel ulnaire pour 81% des patients. De même pour Oertel (155), qui retrouvait que le site compressif principal était le tunnel ulnaire chez 100% des patients de sa série et donc la libération était réalisée à ciel ouvert dans tous les cas avant la réalisation de l'endoscopie. Cette constatation a également été faite par Nagle (31) qui ne retrouvait aucun autre site de compression que le tunnel ulnaire. En effet, il a réalisé des endoscopies exploratrices du nerf ulnaire après neurolyse in situ par abord direct dans le même temps opératoire sur 16 coudes à la recherche d'un site compressif résiduel. Pour lui, il n'y a pas de bande compressive en dehors du tunnel ulnaire. Tous les sites de compression sont au niveau du tunnel ulnaire et correspondent en grande majorité au fascia d'Osborne et l'entrée du nerf ulnaire sous le FCU. Et donc il n'y a pas lieu pour Nagle de libérer le nerf ulnaire sur une plus grande distance que le tunnel ulnaire. Pour lui, il serait même délétère de le faire car il

Il y a un plus grand risque de lésion iatrogène du nerf ulnaire par la manipulation d'instruments à son contact dans un espace étroit d'une part et d'autre part, une libération extensive est plus à risque d'instabilité nerveuse post opératoire. De même, Taniguchi (104) estime que la libération complète du nerf ulnaire peut se passer de visualisation endoscopique en utilisant une technique mini invasive locale au niveau du tunnel ulnaire. Il justifie son approche par l'expérience de Broudy et Leffert (23) ou Gabel et Amadio (15) qui assurent que l'arcade de Struthers et le septum intermusculaire est rarement compressive sauf en cas de transposition antérieure. Il considère donc comme Nagle que la technique décrite par Tsai prônant une libération extensive du nerf ulnaire est trop invasive. Schmidt et al (144), pour leur part, ont comparé une technique de libération endoscopique à une technique de neurolyse in situ à ciel ouvert dans leur étude prospective randomisée, et retrouvent que en effet la longueur de la décompression par la technique à ciel ouvert était de 8,65 cm en moyenne par rapport à la technique endoscopique qui permettait une libération sur 16,03 cm en moyenne. La technique endoscopique permettait une libération plus extensive ($p < 0,001$) mais cependant n'était pas associée dans leur étude à de meilleurs résultats. En effet, la structure compressive la plus souvent en cause pour ces auteurs était l'aponévrose du FCU dans 51% des cas, le tunnel ulnaire (23%), le fascia d'Osborne (14%) et un muscle anconeus epitrochlearis (11%). Dans 28% des cas, ils retrouvaient un site compressif additionnel en amont du tunnel ulnaire et dans 30,4% des cas il y avait plusieurs sites de compression. Mais pour les auteurs, aucun site compressif n'était retrouvé au delà de 4 cm de l'épicondyle médial et donc ne justifiait pas dans leur approche d'une libération extensive endoscopique.

Cependant, lorsqu'on regarde les études sur les échecs et les récurrences de syndromes ulnaires au coude après une libération du nerf ulnaire au coude quelque soit la technique, on retrouve deux causes principales de persistance de la compression ulnaire : d'une part, la récurrence de la compression par de la fibrose cicatricielle et d'autre part, la persistance de sites compressifs natifs non traités. Gabel et Broudy (15,23), dans leur étude sur les échecs de traitement de syndrome ulnaires, constataient lors de reprise chirurgicale typiquement des sites de compressions persistants ou nouveaux, le plus souvent au niveau du septum intermusculaire en proximal et au niveau de l'aponévrose des fléchisseurs pronateurs en distal. Degeorges et Masquelet (34) ont retrouvé dans leur étude anatomique du nerf

ulnaire sous le FCU chez 24 cadavres, des bandes fibreuses de fascia croisant le nerf dans 46% des cas. Les conséquences cliniques de ces bandes ne sont donc pas connues. De même, Siemionow et al (35) ont décrit de tels remaniements du fascia à la partie proximale de l'avant bras et concluent que leur présence *pourrait* jouer un rôle dans la compression du nerf ulnaire au coude. Il est possible que ces deux sites, le septum intermusculaire et le FCU, deviennent secondairement compressif après libération du nerf ulnaire et plus particulièrement après transposition antérieure du nerf ulnaire où ces sites seraient responsable d'un effet kingking du nerf ulnaire pendant la flexion du coude et surtout chez des individus prédisposés : ceux présentant une arcade de Struthers et ceux présentant une arcade d'Amadio.

Au total, aucun auteur n'est d'accord sur la répartition des sites compressifs potentiels du nerf ulnaire au coude. Le fait est qu'il est décrit un grand nombre de sites compressifs potentiels et que ceux ci sont répartis sur une grande distance de part et d'autre de l'épicondyle médial. Impossible de prédire à l'avance lesquels seront en cause dans la neuropathie que présente chaque patient à son échelle. Dans le contrat thérapeutique qu'on établit avec son patient, le médecin doit mettre tous les moyens à sa disposition en œuvre pour le soulager. Et il n'est évidemment pas justifié de prendre le risque d'un échec par libération minimale et ainsi d'entraîner une nouvelle intervention avec les risques inhérents à une reprise. Il est donc vivement conseillé lors d'une neurolyse in situ du nerf ulnaire de libérer tous les sites de compression potentiel du nerf ulnaire et l'approche endoscopique permet facilement d'atteindre ce but tout en évitant une dissection extensive et les risques d'une récurrence par la constitution d'une fibrose cicatricielle importante.

e. Bénéfices de l'endoscopie

L'endoscopie permet donc d'obtenir une libération efficace du nerf ulnaire et extensive sur tous les sites de compression potentiels du nerf sans pour autant nécessiter un abord extensif.

- Dissection atraumatique

Sur le plan anatomique, l'endoscopie permet donc de diminuer le traumatisme chirurgical par limitation de la rançon cicatricielle. Elle permet une dissection anatomique et atraumatique mais extensive.

L'endoscopie permet de respecter la vascularisation du nerf ulnaire. Selon Mirza (9,135), seule l'artère collatérale supérieure ulnaire est potentiellement vulnérable au cours de la dissection proximale. Aucune autre artère n'est vulnérable lors du geste de libération endoscopique du nerf ulnaire. Aucune lésion d'une de ces branches n'est à déplorer dans leur étude clinique de 92 syndromes ulnaires opérés. Selon Leclère et al (156), aucune atteinte vasculaire n'a été à déplorer dans leur série de 55 libérations endoscopiques du nerf ulnaire.

L'endoscopie permet de diminuer l'atteinte iatrogène de rameaux nerveux et notamment les branches du nerf cutané médial de l'avant bras. Seul un cas de lésion du nerf cutané médial de l'avant bras est à déplorer dans la série de Leclère dans notre revue de la littérature. Nous reviendrons sur cet élément un peu plus tard.

Enfin, même si l'endoscopie semble être moins invasive, il y a un risque théorique de léser le nerf ulnaire par l'introduction à l'aveugle dans un espace canalaire déjà étroit de l'endoscope au contact du nerf. Premièrement, ce risque a été largement décrit pour la libération endoscopique du nerf médian au canal carpien. Cependant, peu de cas ont été décrits et la technique de libération endoscopique intra canalaire au canal carpien est aujourd'hui une technique reconnue comme fiable, sûre et reproductible à utiliser en première intention pour des syndromes carpiens d'origine primitive par la communauté scientifique. Pour le nerf ulnaire, aucun auteur n'a décrit de lésion iatrogène du nerf ulnaire par l'introduction de l'endoscope. Seul un cas de lésion du nerf ulnaire par lacération a été décrit par Leclère (156) lors de la manipulation du couteau pour sectionner les arcades fibreuses. Il s'agissait d'une atteinte très limitée (<5%), qui a fait l'objet d'une réparation immédiate et qui a présenté une récupération complète dans les suites. Il s'agissait bien sûr d'un cas au début de la prise en main de la technique par les auteurs. De plus, il y a deux types de techniques de libération endoscopique du nerf ulnaire : une approche endocanalaire dont le chef de file est Tsai et une approche exo canalaire décrite par Hoffmann, où les instruments et l'endoscope se situent dans un espace créé entre le fascia et l'espace sous cutané. L'accident décrit par Leclère est survenu avec une technique exo canalaire et donc n'est pas lié à l'introduction de l'endoscope à l'aveugle dans le tunnel ulnaire, qui est le geste décrit par les détracteurs des techniques endoscopiques.

La grande variabilité des structures anatomiques compressives est un argument supplémentaire pour l'endoscopie qui permet une meilleure visualisation et donc qui

permet au chirurgien de diminuer le traumatisme opératoire et d'obtenir une meilleure libération du nerf ulnaire. Les chirurgiens qui recommandent une transposition antérieure (164) ou une neurolyse in situ extensive pour arriver au même but doivent probablement réaliser une décompression du nerf plus radicale que les autres auteurs mais au prix d'un abord plus extensif. Or il faut comparer des données comparables.

Des techniques mini invasives de neurolyse in situ ont été décrites par d'autres auteurs (104). Il est cependant peu probable de pouvoir réaliser une dissection du nerf de manière sûre sur une distance équivalente aux techniques endoscopiques avec une mini incision et des petits écarteurs de Langenbeck. On peut donc opposer à ces techniques de libération in situ mini invasive la même critique qu'aux techniques endoscopiques. En effet, pour atteindre l'objectif d'une libération efficace ils manipulent leurs instruments à l'aveugle dans une région à l'anatomie riche et risquée et il y a un grand risque de lésion iatrogène de branches vasculaires, nerveuses voir même un risque de déstabilisation du complexe ligamentaire médial du coude. Certains auteurs utilisent un speculum illuminé pour mieux contrôler par la vue leur geste de libération (161). A l'endoscope près, il s'agit de la même instrumentation que pour les techniques endoscopiques. D'autres techniques ont été décrites et notamment avec trois petites incisions de 5 mm (129). Cependant, la multiplication des incisions augmente le risque de lésion d'un rameau de la branche postérieure du nerf cutané médial de l'avant bras.

L'endoscopie permet donc une dissection atraumatique car elle est réalisée par un abord cutané minimaliste et qu'elle permet de réaliser la section de tous les sites potentiels compressifs en permanence sous contrôle de la vue.

- Diminution des douleurs, de la raideur, des durées hospitalières

Cette dissection atraumatique est probablement à l'origine de la diminution des douleurs post opératoires. Dützmann (148) rapporte, dans son étude comparative, que les douleurs post opératoires ont duré moins de 3 jours pour 65% des patients opérés par techniques endoscopique et pour 49% des patients opérés par technique à ciel ouvert. Il ne retrouve pas de différence statistiquement significative ($p=0,08$) mais il semble bien que les techniques endoscopiques apportent un confort plus rapide. Dans notre série, les patients ont rapporté pour 17 coudes (85%) des douleurs post

opératoires inférieures à 3 jours et pour 2 coudes (10%) des douleurs prolongées supérieures à 10 jours (1 patient ne se souvient pas de cette information 5%). Avec cette technique mini invasive, les patients consomment moins d'antalgiques post opératoire et sont moins gênés en post opératoire immédiat. Cela permet donc des procédures ambulatoires en l'absence de contre indication anesthésique (score ASA > 2). De plus, l'absence de douleurs post opératoires permet d'une part une mobilisation complète précoce et donc une récupération complète des mobilités articulaires, et d'autre part une reprise précoce des activités quotidiennes et professionnelles pour les patients, ce qui est un point positif en terme de qualité de vie et de confort pour les patients et en terme de coûts de santé publique.

- Récupération précoce

Ce qui marque les auteurs dans les premières publications de série de libération endoscopique, c'est la récupération très rapide après libération endoscopique du nerf ulnaire. Dans l'étude de Hoffmann (36), 95% des patients interrogés à J1 post opératoire rapportaient une amélioration de leur symptômes et plus de 90% des patients avaient des mobilités complètes de coude au bout de 2 jours post opératoires, le plus tardif ayant récupéré des mobilités complètes au bout d'une semaine. Pour Ahcan (140), 8% des patients étaient guéris complètement à une semaine post opératoire, c'est à dire présentaient une résolution complète de leurs symptômes. Assmus (68) a décrit les résultats de sa série de 523 cas traités par décompression in situ pour lesquels il a du attendre 2 à 4 mois pour mesurer une amélioration pour les syndromes ulnaires légers à modérés et jusqu'à 12 mois pour les syndromes ulnaires sévères. Il semble donc qu'il y ait des meilleurs résultats à court terme au moins pour les techniques endoscopiques.

En effet, dans son étude comparative, Dützmann (148) réalise des analyses appariées pour des patients sélectionnés pour comparer les résultats cliniques à court et long terme. Il ne retrouve pas de différence significative sur les résultats à long terme ($p=0,84$). Mais à court terme, les patients opérés par technique endoscopiques reprenaient plus rapidement des activités complètes ($p= 0,03$).

Dans notre série, au dernier recul clinique à 2,02 mois en moyenne, les patients décrivaient pour 14 coudes (70%) une récupération complète et pour 2 coudes (10%) une persistance des paresthésies isolées (Mc Gowan 1). Seuls 1 patient ne présentaient aucune amélioration (5%). Nous n'avons pas retrouvé les données à cette étape pour 3

patients (15%). Nos résultats concordent donc avec une récupération très précoce de la neuropathie ulnaire pour les 2/3 des patients et une régression très nette des symptômes pour la quasi totalité de la série à un délai très précoce post opératoire.

- Diminution de la durée d'arrêt de travail : amélioration de la production sociale

Les différentes études qui étudient le délai de reprise du travail présentent des résultats variables. Les délais de retour au travail sont en moyenne de 3 à 5 semaines pour les techniques de neurolyse à ciel ouvert, et jusqu'à 14 semaines pour les autres techniques à ciel ouvert (transposition antérieure, epicondylectomie). Pour les techniques endoscopiques, ces délais sont inférieurs. Pour Tsai (134), 39% ont repris leur travail avant 3 semaines, 72% pour Ahcan (140) et 77% pour Flores (133). Le délai moyen de reprise du travail était de 7 jours pour Desmoineaux, 13 jours pour Leclère (156) et 55 jours pour Mirza (9). Pour Barlaan (157), les patients retrouvaient une activité complète à 1 mois. Pour Kovachevich (143), 85% avait repris leur activité à 4 semaines et pour Krishnan (139), 84,2% entre 2 et 6 semaines. Il est donc compliqué de comparer ces données et elles varient aussi en fonction de la population qui compose la série. S'il s'agit de travailleurs manuels, la durée d'arrêt de travail sera plus longue que pour les travailleurs bureaucratiques. Même constat s'il s'agit de patients jeunes et dynamique par rapport à une population retraitée.

Cobb (158) a comparé dans une étude prospective les délais de retour au travail entre sa série de libération endoscopique du nerf ulnaire et une série de transposition antérieure qu'il avait réalisée dans les années précédentes, avant qu'il ne procède à des techniques endoscopiques et qu'il a revu rétrospectivement. Il s'agissait pour l'auteur, à l'époque, de la technique de référence pour les syndromes ulnaires primitifs. Les séries étaient parfaitement comparables. Il a retrouvé que la durée moyenne de retour au travail dans sa série de libération endoscopique était de 8 jours par rapport à sa série de transposition antérieure pour laquelle elle était de 71 jours en moyenne. Le délai de retour au travail était donc significativement plus bas avec les techniques endoscopiques ($p < 0,001$) et ni les variables de sexe, ni celles de statut de travail (manuel ou non manuel) n'influençaient ce résultat. Cette série était composée de 50 % de travailleurs manuels, 20% de travailleurs de bureau et 30% de retraités ou sans emploi. Pour les auteurs, leur stratégie est de limiter les patients pendant une semaine post opératoire pour autoriser un retour aux activités normales à partir de 8

jours, sauf pour certains cas de travaux manuels où ils évaluent la situation au cas par cas.

Dans notre série, les patients avaient systématiquement un arrêt de travail post opératoire de 1 mois et il est évident que tous n'avaient pas besoin des mêmes durées. Dans le cadre d'un travail rétrospectif, on se heurte à deux problèmes dans ce domaine : l'absence d'évaluation rapprochée et personnalisée et le biais de mémorisation. En effet, les patients étaient suivis en routine et revu en consultation de contrôle dans les deux mois post opératoire mais il n'a pas été consigné la durée d'arrêt de travail réellement réalisée. Et les patients ne se rappellent pas toujours précisément ce qu'ils ont fait, sans compter ceux qui ont suivi le délai prescrit alors qu'ils auraient été aptes à reprendre plus tôt. Impossible donc de communiquer sur cette information. Notre série était composée de 7 travailleurs manuels (39%), 5 travailleurs bureaucratiques (28%), 4 retraités (22%) et 2 en invalidité (11%). Il s'agit donc d'une série hétérogène sur ce point. A l'exclusion des patients à la retraite et en invalidité, 2 ont repris leur travail en moins de 7 jours (16,67%) et 8 ont eu des arrêts de travail prolongés supérieurs à 14 jours (66,67%). 2 patients ont changé de travail ou aménager leur activité au décours de la chirurgie (16,67%).

En conclusion, les techniques endoscopiques semblent entraîner une période d'incapacité de travail plus courte que les techniques à ciel ouvert et notamment les libérations in situ. Cependant, il est difficile de trouver des données comparables dans la littérature. La méta analyse de Aldekhayel (154) ne peut effectivement pas conclure sur ce point devant l'hétérogénéité des résultats.

- Diminution des complications

Les complications des techniques conventionnelles de libération du nerf ulnaire comprennent principalement les lésions d'une branche du nerf cutané médial de l'avant bras. Les lésions de ce nerf ou de ses branches surviennent dans 100% des cas si il n'est pas préservé dans une incision standard. Sa lésion est mise en évidence chez 82% des patients réadressés pour syndrome ulnaire récidivant. Watts et Bain (165) retrouvent 40% de complication dans le groupe libération in situ à ciel ouvert dans leur étude comparative. L'ensemble de ces complications correspondait à une lésion de ce nerf : douleurs résiduelles du coude ou au niveau de la cicatrice, paresthésies au

niveau du coude. Dützmann et al (148) rapportent 32% de complications dans le groupe libération in situ dans leur étude comparative et 23,7% de lésion du nerf cutané médial de l'avant bras.

1 seul cas de névrome a été à déplorer dans notre revue de la littérature récente sur les techniques endoscopiques (156); non seulement car l'abord cutané mini invasif et précautionneux visait à éviter les lésions de ce nerf ; mais en plus, car une dissection atraumatique permet de diminuer le risque que ces branches soient prises dans un tissu fibreux cicatriciel à l'origine d'une cicatrice symptomatique. Dans notre revue de la littérature, seule la série de Leclère (156) rapporte un cas de lésion du nerf cutané médial de l'avant bras. Nous ne présentons pas non plus de complication nerveuse dans notre série.

Cependant, il est à noter même si cette information dépasse notre sujet, que dans l'étude de Martin et al (159), 3 lésion du nerf cutané médial de l'avant bras sont à déplorer dans le groupe de transposition endoscopique du nerf ulnaire laissant supposer que le risque réapparaît lors de procédures plus invasives comme les transpositions antérieures même réalisées sous arthroscopie.

Le deuxième type de complication la plus fréquente des techniques à ciel ouvert correspond au retard de cicatrisation et infections locales. En général, ce type de complication est géré par une antibiothérapie par voie générale de courte durée avec une bonne évolution secondaire. Les auteurs décrivent la survenue de complications locales comme un hématome ou une infection superficielle dans 0% à 31% des cas selon les séries de libération endoscopique après 2010. En moyenne, dans cette revue de la littérature, les séries endoscopiques présentent un taux de complication de ce type de 3,94%. Pour notre part, nous ne déplorons aucune complication locale dans notre série et aucune reprise. Il s'agit néanmoins d'un petit effectif et ce n'est pas forcément représentatif.

Il semble donc qu'il y ait moins de complications avec une technique endoscopique par rapport à la même technique à ciel ouvert. Cependant, il ne s'agit pas du même type de complication. Les techniques de libération à ciel ouvert sont pourvoyeuses de névrome du nerf cutané médial de l'avant bras et d'infections locales tandis que les techniques endoscopiques sont plutôt pourvoyeuses d'hématomes post opératoires.

Cependant, Watts et Bain (165) concluent dans leur étude comparative que le taux de complication est significativement moins élevé avec une libération endoscopique par rapport à une neurolyse in situ (p=0,44).

- Confort et satisfaction des patients

Les patients semblent en effet très satisfaits de cette procédure endoscopique mini invasive. Les études qui le mentionnent retrouvent une satisfaction des patients de l'ordre de 100% pour Ahcan (140), 98% pour Leclère (156), 77% pour Oertel (155) et 70% pour Stadie (136). Pour notre part, nous retrouvons au dernier recul 70% de patients très satisfaits de la chirurgie si on ne prend que les 14 patients qui se disent « bien mieux ». Ce bon taux de satisfaction est certainement dû à la légèreté de la procédure, la faible rançon cicatricielle et l'absence de complication et de gêne post opératoire. Dans leur étude comparative, Watts et Bain (165) retrouvent qu'une plus grande proportion de patients dans le groupe de libération endoscopique (79%) se trouvent satisfaits des résultats de la chirurgie par rapport aux patients du groupe libération à ciel ouvert (60%).

Auteur	Année de publication	N	satisfaction patient	Excellent et bons résultats (%)
Cobb et al	2010	104	NA	94,00%
Flores	2010	13	NA	92,20%
Oertel et al	2010	26	77%	86,30%
Stadie et al	2010	32	70%	70,37%
Leclere et al	2011	55	98%	92,73%
Barlaan et Wing-Yup	2011	6	NA	100,00%
Cross et Matullo	2013	19	NA	88,00%
Mirza et al	2014	92	NA	69,56%
Cobb et al	2014	172	69,90%	96,00%
Martin et al	2014	55	NA	89,10%
Marcheix et al	2016	17	NA	88,00%
Herzberg	2016	24	70%	95,00%

Table 23 Résultats cliniques de la revue de la littérature après 2010

Cobb (158) ajoute que la classification de la sévérité du syndrome ulnaire pré opératoire (Dellon pour sa part), était la seule variable pré opératoire qui influençait de manière statistiquement prévisible sur les résultats en terme de satisfaction des

patients ($p=0,01$). Dans leur étude, la classification de Bishop est inversement corrélée à celle de Dellon ($p < 0,001$). Bacle (166), dans son étude multicentrique sur la plus grande série de patient récente concernant la libération du nerf ulnaire au coude quelque soit la technique, retrouve que quelque soit le centre, l'efficacité subjective est hautement corrélée au score de Mc Gowan pré opératoire. De même Watts et Bain (165) indiquaient que le seul facteur influençant les résultats en terme de satisfaction était le score de fonction pré opératoire. Nous retrouvons des résultats similaires dans notre série car 100% des patients de stade Mc Gowan 1 se trouvaient « bien mieux » tandis que dans le groupe des patients Mc Gowan 2A, seuls 45,5% se trouvaient « bien mieux » ($p=0,02$). On peut donc conclure que les patients présentant une neuropathie moins évoluée sont beaucoup plus satisfait des résultats post opératoires que ceux présentant une neuropathie évoluée. Et que plus la neuropathie est évoluée avec une atteinte motrice, moins la récupération clinique complète est garantie et de facto, moins le patient est satisfait du résultat final.

En conclusion, il est possible de répondre au patient qui se demande quels vont être les facteurs qui influenceront les résultats de cette chirurgie, que seule la sévérité de son atteinte pré opératoire aura une influence sur la qualité de son résultat pré opératoire.

Cependant, Martin et al (159) retrouvent des résultats moins bons à long terme en fonction de la durée des symptômes avant le geste de libération chirurgical. Les auteurs placent la limite arbitrairement à 9 mois et retrouvent moins de bons et excellents résultats selon le score de Bishop parmi les patients ayant attendu plus de 9 mois avant de se faire opérer que parmi ceux ayant attendu moins de 9 mois ($p=0,045$). Ils concluent que les résultats à long terme dépendent donc de la durée des symptômes pré opératoire également. Schmidt (144) dans son étude prospective randomisée arrive au même constat. Les patients présentant des signes fonctionnels depuis moins de 6 mois avant la chirurgie ont de meilleurs résultats statistiquement significatif à court terme ($p=0,03$) mais ils ne retrouvent pas cette différence dans les résultats à long terme ($p=0,12$). Dans notre série, cette hypothèse se vérifie pour une patiente. En effet, il s'agissait d'une patiente de 51 ans, qui présentait un syndrome du tunnel ulnaire au niveau de son membre non dominant et qui avait beaucoup hésité avant d'opter pour une libération chirurgicale et donc avait un délai pré opératoire de

11 mois. Il s'agissait d'un syndrome ulnaire de grade Mac Gowan 2A initialement. Au dernier recul, elle présentait un score de Bishop post opératoire à 4 et se trouvait « moins bien » qu'avant la chirurgie. Il s'agissait du seul patient présentant un délai pré opératoire supérieur à 9 mois dans cette série et de notre seul mauvais résultat.

En conclusion, le délai pré opératoire semble jouer un rôle également dans la qualité des résultats post opératoires. Cela est parfaitement logique étant donné que pour des neuropathies considérées comme étant au stade chirurgicale car en échec de traitement conventionnel, l'attente n'entraîne qu'une évolution de la maladie et une persistance de la souffrance neuronale et la récupération en sera affectée.

- Procédure reproductible

Dans notre série, il s'agissait d'une procédure réalisée par plusieurs opérateurs correspondant à tous les chirurgiens du service présents pendant la durée de l'étude. Cette technique a été réalisée dans notre série clinique après entraînement sur sujet cadavérique au laboratoire d'anatomie. Et chaque chirurgien initié a pu transmettre son expérience pendant les premières interventions avec les chirurgiens non familiarisés avec l'ancillaire. Hors aucune différence dans les suites post opératoire n'a été retenue. Il s'agit donc d'une procédure reproductible et standardisable. Il n'était pas possible cependant de réaliser de test de reproductibilité avec ce faible échantillon.

- Diminution des coûts de santé publique

La diminution des coûts de santé publique est due à la diminution de la consommation de médicaments et de soins, à la diminution des durées d'hospitalisation et à la diminution des durées d'arrêt de travail. Le poids économique des complications qui sont elles aussi diminuées contribue également à la balance positive en faveur de ces techniques mini invasives.

Cobb (158) a étudié le gain potentiel de coûts indirects grâce à la diminution des durées d'arrêt de travail par exemple. Les coûts indirects liés à une perte de production de travail aux Etats Unis participe aux deux tiers du coût total de la procédure chirurgicale et ont récemment été estimés à 260 billion de dollars par an, toute procédure chirurgicale confondue. Selon une revue de la base de données des actes réalisés en ambulatoire aux Etats Unis réalisée par Soltani (167), Cobb

considère que le nombre prédictible de cas de compression du nerf ulnaire au coude pour l'année 2016 est 73 673. Or dans leur étude, ils retrouvent une diminution des durée d'arrêt de travail de 63 jours entre ceux qu'ils ont opéré précédemment par technique à ciel ouvert, à l'époque, la technique de référence qu'ils utilisaient était une transposition antérieure, et ceux qu'ils ont opéré par technique endoscopique récemment. Comme le coût estimé aux USA de l'incapacité est de 94 \$ par jour en moyenne, l'impact possible en terme de santé publique en passant d'un transposition antérieure à une libération in situ endoscopique pour l'année 2016 serait un gain de 346 millions de dollars. Ce calcul est variable en fonction des techniques qu'on compare et du coût d'une durée de travail dans chaque pays mais montre bien le possible gain de passer à une technique moins invasive qui diminue l'impact sur l'incapacité de travail des patients. Pour évaluer le gain total, il faudrait également intégrer le gain lié à une procédure ambulatoire, avec la diminution de la charge salariale nécessaire et des soins, la diminution de consommation d'antalgiques par diminution des douleurs post opératoires, la diminution de consommation de kinésithérapie par la diminution de la raideur post opératoire, etc..

f. Pousser les indications en endoscopie

- Formes sévères

Dans l'étude de Hoffmann et Siemionow (36), on retrouve 89% de bons et très bons résultats selon le score de Bishop dans le groupe des patients présentant un syndrome ulnaire sévère selon la classification de Dellon. Cela remet donc en question la théorie qui préconise des procédures plus complexe comme des transpositions antérieures pour les formes les plus évoluées de compression ulnaire. Cependant, toutes les études concordent à dire que les meilleurs résultats sont observés dans les groupes de patients atteints de neuropathie ulnaire légère à modérée (140). Dans les séries de libération endoscopique publiées, le taux de patients présentant une neuropathie sévère (grade Mc Gowan 3 ou sévère selon Dellon) varie d'une série à l'autre, de 3% pour l'étude préliminaire de Desmoineaux à 53,4% pour Flores (133). Cela ne semble pas influencer sur les résultats en terme d'efficacité. Flores (133) obtient 92,2% de bons et très bons résultats dans sa série, Cobb (158) avec 52% de formes sévères atteint également 94% de bons et très bons résultats. De même Oertel (155), avec 50% de formes sévères obtient 86,36% de bons et très bons résultats. Barlaan (160) présente également 50% de formes sévères et 100% de bons et très bons résultats. Pour notre

part, nous n'avions aucune forme sévère, car nous avons suivi les recommandations au moment où nous avons réalisé cette série de libération endoscopique du nerf ulnaire au coude, de ne réserver cette technique que pour les formes légère à modérée. Cependant, les résultats de la littérature concordent à montrer que la prise en charge de formes sévères ne contre indique pas l'utilisation d'une technique de libération endoscopique. En effet, même dans des séries présentant plus de la moitié de formes sévères, cela ne semble pas influencer la qualité des résultats post opératoire.

Auteur	Année de publication	N	Forme sévère (%)	satisfaction patient	Excellent et bons résultats (%)
Cobb et al	2010	104	52,00%	NA	94,00%
Flores	2010	13	53,40%	NA	92,20%
Oertel et al	2010	26	50,00%	77%	86,30%
Stadie et al	2010	32	21,87%	70%	70,37%
Leclere et al	2011	55	23,64%	98%	92,73%
Barlaan et Wing-Yup	2011	6	50,00%	NA	100,00%
Cross et Matullo	2013	19	0,00%	NA	88,00%
Mirza et al	2014	92	29,35%	NA	69,56%
Cobb et al	2014	172	47,70%	69,90%	96,00%
Martin et al	2014	55	NC (60%)	NA	89,10%
Marcheix et al	2016	17	47,06%	NA	88,00%
Herzberg	2016	24	0,00%	70%	95,00%

Table 24 Résultats cliniques de la revue de la littérature après 2010 avec la répartition des formes sévères

- Association avec un syndrome carpien

En cas d'association avec un syndrome compressif du nerf médian au canal carpien ipsilatéral, qui survient dans 20 à 25% des cas de manière concomitante, il est possible d'associer les deux techniques de libérations endoscopiques et donc de pouvoir traiter les deux syndromes compressifs avec un minimum de cicatrices, d'immobilisation et de risque de complication post opératoire comme le montre l'étude de Cross (65). Cela permet également de diminuer les durées d'arrêt de travail car au lieu de deux procédures entraînant chacune un arrêt de travail, il n'y a plus qu'un arrêt de travail commun. Les auteurs décrivent qu'avec l'association des deux techniques de libération endoscopique, ils obtiennent une amélioration significative du score de DASH de 67,5 à 16 ($p = 0,002$), de la force de préhension globale et des pinces préhensives ($p = 0,003$), de la discrimination de deux points statique. 82% des

patients retrouvent un état complètement indolore. 100% des patients ont une complète disparition des symptômes liés à la compression du nerf médian et 88% ont une amélioration significative des symptômes liés à la compression ulnaire. L'association des deux techniques semble donc retrouver les mêmes résultats décrits dans la littérature que chacune des deux techniques réalisées seules. De plus, ils ne constatent pas de survenue d'un plus grand nombre de complication. Aucune complication n'est à déplorer au niveau du poignet tandis que deux complications mineurs sont survenues au niveau du coude : un hématome et une infection superficielle, tous deux n'ayant pas nécessité de reprise chirurgicale.

Auteur	Année de publication	N	CC	satisfaction patient	Excellent et bons résultats (%)
Cobb et al	2010	104	48%	NA	94,00%
Flores	2010	13	NC	NA	92,20%
Oertel et al	2010	26	NC	77%	86,30%
Stadie et al	2010	32	NC	70%	70,37%
Leclere et al	2011	55	NC	98%	92,73%
Barlaan et Wing-Yup	2011	6	NC	NA	100,00%
Cross et Matullo	2013	19	100%	NA	88,00%
Mirza et al	2014	92	80%	NA	69,56%
Cobb et al	2014	172	NC	69,90%	96,00%
Martin et al	2014	55	0%	NA	89,10%
Marcheix et al	2016	17	NC	NA	88,00%
Herzberg	2016	24	45,00%	70%	95,00%

Table 25 Résultats cliniques de la revue de la littérature après 2010 avec la répartition des syndromes carpiens associés

En effet, dans cette revue de la littérature, il semble que la part des syndromes du double écrasement ou double crush syndrome soit élevée : 48% dans l'étude de Cobb (158), 80% dans l'étude de Mirza (9) et 45% dans notre série.

Dans notre série, nous avons traité 5 cas (25%) simultanément d'une libération endoscopique du nerf ulnaire au coude selon la technique de Cobb et d'une libération endoscopique du canal carpien avec l'ancillaire Agee. Tous ont des scores de Bishop excellents au dernier recul. L'évaluation des résultats du syndrome carpien retrouvait pour tous une résolution complète des symptômes liés au canal carpien et aucune

complication n'a été à déplorer. L'association des deux techniques semble donc fiable et sûre en pratique courante.

- Formes récidivantes

Les syndromes ulnaires récidivant représentent également une contre indication théorique car la dissection endoscopique est plus difficile et plus risquée lors de reprise chirurgicale. Cependant, dans l'étude d'Ahcan (140), pour la première fois selon les auteurs, un patient était opéré d'une récurrence de son syndrome ulnaire par une approche endoscopique et présentait des résultats excellents similaires aux autres patients. Il s'agissait d'une reprise d'une neurolyse in situ. Selon les auteurs, le syndrome ulnaire récidivant n'est donc pas une contre indication pour une neurolyse endoscopique mais ils ne la recommandent pas en routine surtout dans les mains d'un chirurgien inexpérimenté.

- Cause articulaire

Théoriquement, la présence d'une neuropathie secondaire à une cause articulaire contre indique la libération endoscopique. Cependant, Kovachevich (143) a revu dans son étude rétrospective tous les patients ayant bénéficié d'une libération endoscopique du nerf ulnaire associée à une résection des ostéophytes et capsulectomie sous arthroscopie chez des patients atteints d'une arthrose du coude primitive. Traditionnellement, ces patients atteints d'une neuropathie ulnaire sur coude arthrosiques sont plutôt traités par décompression à ciel ouvert voir par transposition antérieure pour ce qu'il s'agit du nerf ulnaire. Dans ces cas, le nerf ulnaire est souvent comprimé par des ostéophytes présents dans sa gouttière épitrochléo olécraniennne. Pendant la procédure arthroscopique, réalisée comme une procédure standard d'arthroscopie du coude en décubitus latéral, les auteurs sectionnent la capsule sur son versant médial, longitudinalement le long du nerf ulnaire et libèrent donc le plancher du nerf ulnaire à travers l'articulation, de proximal jusqu'à la partie postérieure du faisceau postérieur du ligament collatéral médial. Cette technique arthroscopique pour réaliser une décompression endoscopique du nerf ulnaire a l'avantage de diminuer la fibrose cicatricielle et le traumatisme des tissus mous, diminuer les durées de l'immobilisation et limiter la dévascularisation du nerf ulnaire. A l'inverse, l'arthroscopie de coude présente ses risques spécifiques avec un taux de 10% de

complications en moyenne (paralysie nerveuse, défaut de cicatrisation et persistance de la raideur articulaire). Les auteurs publient leur série consécutive de 15 coudes avec des résultats très prometteurs (80% de bons et excellents résultats selon Bishop) pour la neuropathie ulnaire.

- Instabilité ulnaire pré opératoire

Pour rappel, selon l'étude de O Driscoll (25), on définit les patients Childress A comme ceux présentant une instabilité du nerf ulnaire et les patients Childress B comme ceux présentant une luxation complète du nerf ulnaire en avant de l'épicondyle médial.

Une étude récente publiée par Marcheix (137) étudie la validité de la libération endoscopique du nerf ulnaire même en cas d'instabilité du nerf ulnaire et quelque soit le stade de compression. Il s'agit d'une des rares études prospectives disponibles dans la littérature. Les auteurs montrent que l'endoscopie de libération du nerf ulnaire permet d'obtenir de bons résultats quelque soit le stade de sévérité du syndrome compressif ulnaire. Et de plus, bien que l'instabilité du nerf est largement considérée comme une contre indication au traitement endoscopique, les patients présentant une instabilité nerveuse sans luxation pré opératoire (Childress A) présentaient les mêmes suites post opératoires que les autres qui avaient un nerf stable. En effet, une libération extensive du nerf ulnaire entraîne fréquemment une instabilité nerveuse per opératoire même si le nerf était stable en pré opératoire. Kraus et al (168) ont confirmé que l'instabilité du nerf ulnaire pré opératoire n'était pas une raison suffisante pour réaliser une transposition antérieure. Cobb et al (93) retrouvent une subluxation nerveuse chez 8 patients sans que cela n'affecte les résultats post opératoires ou sa conduite à tenir. Enfin dans leur étude prospective en 2014 (158), les auteurs prouvent que la sévérité de la neuropathie ulnaire pré opératoire, appréciée selon la classification de Dellon dans leur étude, n'était pas affectée par la présence d'une subluxation nerveuse pré opératoire ($p=0,26$). De même, la présence d'une subluxation pré opératoire du nerf n'avait pas d'influence sur la satisfaction des patients post opératoire ($p=0,37$). Or, il présentaient 10% de subluxation du nerf ulnaire pré opératoire. Pour les auteurs, une subluxation pré opératoire n'est donc pas un facteur de sévérité de la neuropathie et n'entraîne pas de modification de stratégie thérapeutique.

Dans notre série, 1 patient présentait une subluxation nerveuse pré opératoire au delà de 90° de flexion du coude sans luxation. Ce patient de 41 ans a été opéré des deux côtés simultanément pour un syndrome ulnaire bilatéral de grade Mc Gowan 1. Au niveau de son côté non dominant, il présentait une subluxation du nerf ulnaire qui pouvait donc être classée comme Childress A. Au dernier recul à 56 mois, il présentait un score de Bishop à 9, classé comme excellent, pour ses deux coudes. Cette subluxation pré opératoire n'a donc pas eu d'influence sur son résultat final même si il est difficile de le vérifier statistiquement sur ce faible effectif.

En conclusion, l'approche endoscopique de libération du nerf ulnaire au coude est donc une procédure simple, efficace, reproductible, permettant une libération complète du nerf ulnaire sur toute sa longueur en limitant le traumatisme chirurgical et la devascularisation. Les suites sont simples avec une diminution des douleurs post opératoire et une limitation des complications. Cette technique s'adresse aux formes simples mais également sévères de neuropathie ulnaire sans qu'il semble que cela ait une influence sur les résultats. L'instabilité nerveuse pré opératoire ne semble pas non plus contre indiquer cette technique. Comme toutes les techniques endoscopique, elle nécessite du matériel adapté et la formation de l'opérateur mais la courbe d'apprentissage semble courte et la technique facile d'accès.

3. Etudes comparatives entre techniques à ciel ouvert et endoscopiques

Dans les études comparatives, la comparaison de techniques endoscopiques versus à ciel ouvert a montré des résultats contradictoires. Certains auteurs décrivent de meilleurs résultats à court terme ou moins de complications avec les techniques endoscopiques (Watts et Bain, Bacle). D'autres retrouvent des résultats comparables (Bolster, Dutzmann et Schmidt).

Présentation des revues

Auteur	Année de publication	N	PDV	Exclus	Design étude	Recul (mois)	Age (année)	Classification	Formes sévère (%)	Technique endoscopique	N	Technique ciel ouvert	N
Watts, Bain	2009	55	3	18	Prospective	12	46	Mc Gowan	27%	Tsai (Agee)	19	normale	15
Bacle et al	2013	191	52	6	Retrospective	92	55	Mc Gowan	15%	Tsai	95	mini (3 cm)	44
Bolster et al	2013	60	18	NA	Prospective	6	49	Dellon	NA	Hoffman	20	mini (2,5 cm)	22
Dützmänn et al	2013	114	0	NA	Retrospective	24	50	Mc Gowan	59,70%	Hoffman	55	normale	59
Schmidt et al	2015	56	0	0	Prospective	16,8	49,2	Mc Gowan	33,90%	Hoffman	29	mini (3 cm)	27

Table 26 Présentation des revues comparatives

On retrouve dans la littérature 5 études comparatives des neurolyses in situ par voie endoscopique versus à ciel ouvert.

Il y a trois études prospectives (144,161,165) et deux études rétrospectives (148,166).

Ces études incluent 476 patients au total avec un recul moyen de 30,16 mois (6 à 92 mois) et comparent les résultats clinique et en terme de satisfaction des patients, ainsi que le taux de survenue de complications.

Il est important de noter que pour les techniques endoscopiques utilisées, Watts et Bain et Bacle ont utilisé une technique endocanalaire inspirée par Tsai et Cobb ; tandis que Bolster, Dützmänn et Schmidt ont utilisé une technique de type Hoffmann.

De même, les auteurs comparent à ces techniques endoscopiques des techniques à ciel ouvert différentes : Watts et Bain et Dützmänn utilisent une technique de neurolyse in situ classique avec un abord de 6 à 8 cm centré sur l'épicondyle médial, tandis que Bacle, Bolster et Schmidt utilisent une technique mini invasive avec un abord de 2,5 à 3 cm, ressemblant à un abord d'endoscopie.

Enfin, on retrouve une part variable de formes sévères de neuropathie ulnaire en fonction des études.

Résultats comparés

Auteur	Année de publication	endo vs open Satisfaction (%)	p	endo vs open Complication (%)	p	points forts de l'étude	limites de l'étude
Watts, Bain	2009	79 vs 60%	0,229	11 vs 40%	0,044	prospective	pas de randomisation, petits effectifs
Bacle et al	2013	80,5 vs 73%	NA	1 vs 0%	NA	multicentrique	retrospective
Bolster et al	2013	86 vs 80%	NA	5 vs 0%	NA	un seul opérateur	pas de randomisation, petits effectifs
Dützmänn et al	2013	89,1 vs 78%	0,52	10,9 vs 32%	NA	grande taille série, étude appariée	retrospective
Schmidt et al	2015	82,8 vs 81,5%	0,47	24,14 vs 3,70%	0,05	prospective, randomisée, double aveugle	petits effectifs, multi opérateurs, technique en cours d'apprentissage

Table 27 Résultats cliniques des revues comparatives

Endo : technique endoscopique

Open : technique à ciel ouvert

NA : données non disponibles

Dans leur étude comparative, Watts et Bain (165) rapportent un haut niveau de satisfaction des patients après une approche endoscopique à 12 mois. Bien que cette différence ne soit pas statistiquement significative ($p=0,229$), ils retrouvent un taux plus important de complication post opératoire après décompression à ciel ouvert plutôt que par endoscopie ($p=0,044$). Les auteurs concluent que, bien que les résultats fonctionnels semblent équivalents, les patients ayant bénéficié d'une approche endoscopique semblent présenter moins de complications post opératoires qu'avec une approche à ciel ouvert.

Bacle et al (166) ont réalisé une étude sur 4 centres comparant les résultats de 4 techniques utilisées en routine par chacun de ces centres pour traiter la compression primitive du nerf ulnaire au coude : neurolyse in situ, transposition antérieure sous cutanée et sous musculaire et la libération endoscopique. On retrouvait dans leurs résultats concernant la libération endoscopique versus à ciel ouvert du nerf ulnaire au coude :

- 80,5% de patients guéris (Mc Gowan 0) contre 73%
- 93% de patients satisfaits versus 95%
- 0% de récurrence versus 2,5%
- 1,05% de complication versus 0%

La grande conclusion de cette étude est que la chirurgie est efficace dans le traitement de la compression ulnaire au coude quelque soit la technique utilisée (libération endoscopique, libération in situ à ciel ouvert, transposition antérieure sous cutanée ou libération endoscopique sous musculaire). Dans tous les centres, plus de 90% des patients étaient guéris ou améliorés quelque soit la technique. Cependant, les techniques de libérations in situ, qu'elles soient par voie endoscopique ou à ciel ouvert, semblent faire preuve d'efficacité et d'un caractère non invasif avec un taux de complication extrêmement bas. Cette étude ne montre pas par ailleurs de différence significative entre ces deux approches.

Dützmann et al (148) retrouvent que bien que le score de Bishop n'était pas significativement différent entre les deux groupes au dernier recul à 24 mois ($p=0,84$), les patients ayant bénéficié de procédures endoscopiques avaient de meilleurs résultats à court terme (une durée plus courte de retour à des activités complètes, $p=0,03$; de plus courtes durées de douleurs post opératoires). Il semblait également

qu'il y ait moins de complication également dans le groupe de libération endoscopique (10,9%) par rapport au groupe de libération à ciel ouvert (32%) sans que l'auteur n'ait réalisé de tests statistiques pour le vérifier. Les auteurs concluent donc que bien que les résultats à long terme semblent équivalents, les résultats à court terme sont plus favorables pour ceux ayant bénéficié d'une approche endoscopique.

Bolster et al (161) ne mettent en évidence aucune différence significative entre les deux techniques en terme de douleur ($p = 0,752$) et de score fonctionnels ($p = 0,737$), de satisfaction des patients et de score de Bishop post opératoire. De même, il ne semble pas y avoir de différence en terme de survenue de complication entre les deux techniques. Cependant les auteurs comparent une technique endoscopique à une technique mini invasive où ils utilisent par une incision d'une taille similaire un speculum éclairé pour procéder à la libération du nerf ulnaire. Il s'agit donc d'une technique hybride entre les techniques à ciel ouvert et les techniques endoscopiques.

Schmidt et al (144) ont réalisé une étude prospective randomisée en double aveugle. Le double aveugle était permis car les procédures étaient réalisées sous anesthésie générale, donc le patient ne savait pas quelle procédure avait été utilisée et les résultats étaient consignés par un opérateur indépendant qui ne savait pas non plus quelle technique avait été utilisée. Seul le chirurgien avait cette information. La taille de l'incision ne pouvait pas être informative car, comme Bolster, les auteurs avaient réalisé une technique de libération à ciel ouvert mini invasive nécessitant une courte incision de 3cm environ, et ils avaient adapté leurs abords endoscopiques pour faire une incision cutanée du même ordre de longueur.

Les auteurs ne retrouvaient pas de différence significative en terme de douleur ($p = 0,84$) ou de résultats cliniques à court terme à 16 semaines ($p = 1,00$) et à long terme ($p = 0,47$). Il n'y avait pas de différence objective sur les constatations électromyographiques ($p = 0,62$). Les auteurs retrouvaient juste un taux plus important de complications, notamment d'hématomes post opératoires, dans le groupe endoscopie par rapport au groupe ciel ouvert ($p=0,05$). Sinon il n'y avait pas plus de risque de survenue d'une récurrence ou d'un échec dans chaque groupe ($p=0,46$). Pour les auteurs, l'endoscopie permet une libération sur une plus longue distance : 16,03 cm en moyenne contre 8,65 cm en moyenne à ciel ouvert ($p < 0,001$). Mais la

longueur de la décompression n'est pas associée à de meilleurs résultats dans leur étude.

C'est la première étude randomisée comparant les techniques endoscopiques et à ciel ouvert pour la neurolyse in situ du nerf ulnaire au coude. Les auteurs n'observent aucune différence significative dans les résultats à court ou à long terme. Par contre, ils retrouvent un plus fort taux de complication, d'hématome, dans les techniques endoscopiques par rapport aux techniques de libération mini invasive. Cependant aucun de ces hématomes n'a nécessité de reprise et leur survenue n'a pas affecté les résultats cliniques.

Enfin il semble dans ces études comparatives qu'il n'y ait pas de lésion du nerf cutané médial de l'avant bras dans les techniques mini invasives.

Les auteurs concluent que la décompression à ciel ouvert est plus rapide, plus sûre et apporte les mêmes résultats que les techniques endoscopiques. De plus, cette technique a une courbe d'apprentissage plus courte et est moins coûteuse. Dans leur opinion, la décompression in situ à ciel ouvert par abord mini invasif reste la procédure de première intention pour le traitement chirurgical de la compression ulnaire au coude.

Meta analyse

Aldekhayel (154) a réalisé une revue de la littérature comparant les résultats de libérations in situ du nerf ulnaire au coude par approche endoscopique et à ciel ouvert. Il a inclus 20 études (17 observationnelles et 3 comparatives) publiées de 1980 à 2014, comparant donc 425 patients opérés par approche à ciel ouvert avec un recul moyen de 15,1 mois (5 à 51 mois) à 556 patients opérés par approche endoscopique avec un recul moyen de 18,8 mois (6 à 37 mois).

Author	Year	Study design	Level of evidence	Type of decompression	Patients operated	Arms operated	Preoperative severity scale	Postoperative severity scale
Tsai et al ²⁹	1999	Case series	IV	ECTuR	76	85	Dellon	Bishop
Hoffmann and Siemionow ¹⁰	2006	Case series	IV	ECTuR	75	76	Dellon	Bishop
Ahcan and Zorman ¹	2007	Case series	IV	ECTuR	36	36	McGowan	W & K
Yoshida et al ³¹	2009	Case series	IV	ECTuR	35	35	McGowan	McGowan
Oertel et al ²²	2010	Case series	IV	ECTuR	24	26	McGowan	McGowan
Stadie et al ²⁵	2010	Case series	IV	ECTuR	27	32	McGowan	McGowan
Cobb et al ⁶	2010	Case series	IV	ECTuR	94	104	Dellon	Bishop
Flores ⁹	2010	Case series	IV	ECTuR	13	13	Dellon	Bishop
Leclere et al ¹³	2011	Case series	IV	ECTuR	55	55	Dellon	Bishop
Miller and Hummel ¹⁶	1980	Case series	IV	OCTuR	12	12	N/A	Author-generated
Nathan et al ²¹	1995	Case series	IV	OCTuR	131	164	McGowan	Author-generated
Taniguchi et al ²⁶	2002	Case series	IV	OCTuR	17	18	McGowan	Messina
Pavelka et al ²⁴	2004	Case series	IV	OCTuR	52	55	Dellon	Author-generated
Mondelli et al ¹⁸	2004	Case series	IV	OCTuR	18	19	McGowan	A & F
Cho et al ⁵	2007	Case series	IV	OCTuR	15	15	Dellon	Bishop
Karthik et al ¹²	2012	Case series	IV	OCTuR	30	30	Dellon	Bishop
Nagle et al ²⁰	2012	Case series	IV	OCTuR	12	16	McGowan	G & A
Bolster et al ³	2013	Prospective comparative study	III	ECTuR vs OCTuR	42	42	Dellon	Bishop
Dutzmann et al ⁸	2013	Retrospective comparative study	III	ECTuR vs OCTuR	114	114	McGowan	Bishop
Watts and Bain ³⁰	2009	Retrospective comparative study	III	ECTuR vs OCTuR	34	34	McGowan	Author-generated

Note. ECTuR, endoscopic cubital tunnel release; W & K, Wilson and Krout; OCTuR, open cubital tunnel release; A & F, Alnot and Frajman; G & A, Gabel and Amadio.

Table 28 Caractéristiques des études incluses dans la revue de la littérature d'Aldekhayel et al (154)

Il ne retrouve pas de différence significative à l'étude des séries de cas de libération endoscopique versus à ciel ouvert :

- 81,8% d'excellents et bons résultats versus 79,8%
- 9% de complications versus 12%
- 1,6% de reprises chirurgicales à distance versus 2,8% pour des cas de récurrence, d'échec ou d'instabilité nerveuse post opératoire.

Les auteurs n'ont pas réalisé de tests statistiques sur ces données en raison de l'hétérogénéité des mesures dans ces différentes études.

Les complications des techniques à ciel ouvert concernaient principalement à une atteinte du nerf cutané médial de l'avant bras, dont les auteurs ne disent pas quel est le taux de récupération dans les suites. Tandis que les complications des techniques endoscopiques correspondaient principalement à la survenue d'un hématome post opératoire.

Group	Combined preoperative grading	Combined postoperative grading	Complications	Reoperations	Converted to open
OCTuR (n = 425)	Grade I: 43 (17.7%) Grade II: 70 (28.8%) Grade III: 130 (53.5%)	Excellent: 257 (60.5%) Good: 82 (19.3%) Fair: 46 (10.8%) Poor: 18 (4.2%) Ungraded: 22	Hematoma: 2 MABC nerve lesion: 20 Scar sensitivity: 10 Diffuse elbow pain: 1 Subluxation: 4 Infection: 1 Reoperation: 13 Conversion: 0 Total: 51 (12%)	Recurrence: 1 Failure: 7 (AT) Subluxation: 4 (2 AT, 2 medial epicondylectomy) Total: 12 (2.8%)	None
ECTuR (n = 556)	Grade I: 95 (17.4%) Grade II: 257 (47%) Grade III: 195 (35.6%)	Excellent: 302 (54.3%) Good: 153 (27.5%) Fair: 51 (9.2%) Poor: 13 (2.3%) Missing/Converted: 9 (1.6%) Ungraded: 28	Hematoma: 17 (4 operative) MABC nerve lesion: 10 (8 resolved by 3 months) Diffuse elbow pain: 1 Subluxation of nerve: 4 Infection: 2 CRPS: 2 Thrombophlebitis: 1 Partial ulnar nerve injury: 1 Reoperation: 9 Conversion: 3 Total: 50 (9%)	Recurrence: 4 (MT) Failure: 3 (OCTuR) Subluxation of nerve: 2 (endoscopic AT) Total: 9 (1.6%)	Ganglion: 1 Subluxation: 1 Nerve adhesions: 1 Total: 3 (0.5%)

Note. OCTuR, open cubital tunnel release; MABC, medial antebrachial cutaneous; ECTuR, endoscopic cubital tunnel release; AT, anterior transposition; MT, submuscular transposition; CRPS, complex regional pain syndrome.

Table 29 Résultats cliniques de la revue de la littérature d'Aldekhayel (154)

Dans leur meta analyse, portant sur les études de Watts et Bain, Bolster et Dützmänn (148,161,165), les auteurs concluent qu'il existe une tendance à avoir de meilleurs résultats avec les techniques endoscopiques en terme d'amélioration clinique bien que ce résultat ne soit pas significatif ($p=0,15$) ; un taux significativement plus bas de complication dans les techniques endoscopique ($p=0,01$) (hématome, douleur cicatrice, subluxation ulnaire, reprise) ; une plus forte incidence de douleurs cicatricielles et de douleurs du coude dans les techniques à ciel ouvert ($p=0,002$) alors qu'il n'y avait pas de différence pour les autres complications (hématome, subluxation ulnaire, reprise).

En conclusion, il ne semble pas que les techniques endoscopiques ne fasse la preuve de leur supériorité eu égard aux résultats de la littérature. Cependant, il semble qu'il y ait une diminution du taux de complication globale et particulièrement en terme d'atteinte du nerf cutané médial de l'avant bras.

B. Comparaison des techniques endoscopiques entre elles

Les techniques endoscopiques peuvent être divisées en deux catégories : celles qui nécessitent de passer un endoscope dans le tunnel ulnaire, inspirées par Tsai en premier auteur (128), et utilisant soit une canule ou un tube de verre créé à cette intention (9,128,134,135), soit un dispositif à écarteur intégré de type EndoRelease selon la technique de Cobb (65,93,137,158), ou encore le système Agee (132,136) ; et celles qui passent dans un espace créé entre le toit du tunnel ulnaire et le tissu sous cutané, décrites par Hoffmann (36,133,140,155–157,159).

Nous avons repris ici toutes les études de cas publiées depuis le développement des approches endoscopique, en français ou en anglais, traitant de la libération du nerf ulnaire au coude et nous les avons triées par technique d'inspiration endo canalaire (Tsai-Cobb) ou en vue aerienn (Hoffmann). Cette revue de la littérature porte donc sur 17 études et compare 633 patients dans le groupe Tsai-Cobb et 267 patients dans le groupe Hoffmann.

Pour la technique de Tsai-Cobb, le temps moyen rapporté par ces différents auteurs est 17,67 minutes (10-25) et la taille moyenne de l'incision est de 20,625 mm (15-30). Toutes les séries ont été réalisées sous garrot sauf dans l'étude de Yoshida (130) où les auteurs ont volontairement refusé d'en mettre pour bien identifier le réseau vasculaire sous cutané pour le respecter et le réseau capillaire intra nerveux qui les aidait à identifier les sites de compression du nerf ulnaire. Apprécies selon différents scores cliniques, cette technique apporte en moyenne 82,55% d'excellents et bons résultats et 84,38% de patients satisfaits de ces résultats.

Auteur	Année de publication	N	Technique	Durée opératoire (min)	Garrot	Taille incision (mm)	satisfaction patient	Excellent et bons résultats (%)
Tsai et al	1999	85	Tsai	NA	oui	NA	NA	87,00%
Desmoineaux et al	2004	36 20	Tsai	18	oui	15	100% 85%	97,00% 85,00%
Yoshida et al	2009	35	Tsai / USE	NA	non	15	97%	57,14%
Ward & Siffri	2009	21	Tsai	NA	oui	20	NA	76,00%
Cobb et al	2010	104	Tsai / EndoRelease	NA	oui	20	NA	94,00%
Stadie et al	2010	32	Tsai / Agee	25	oui	25	70%	70,37%
Cross et Matullo	2013	19	Tsai / EndoRelease	NA	oui	20	NA	88,00%
Mirza et al	2014	92	Tsai	NA	oui	30	NA	69,56%
Cobb et al	2014	172	Tsai / EndoRelease	10	oui	NA	69,90%	96,00%
Marcheix et al	2016	17	Tsai / EndoRelease	NA	oui	20	NA	88,00%

Table 30 Résultats clinique des techniques Tsai - Cobb

Les complications à court terme des techniques Tsai - Cobb correspondent au risque d'instabilité per opératoire (3,16%), de la survenue d'un hématome post opératoire (1,11%) ou d'une infection superficielle (1,42%) avec un taux de reprise précoce à 0,32%. A long terme, les auteurs rapportent un risque de récurrence de 1,42%, d'instabilité de 0,47% et d'échec de 2,52% avec un taux de reprise tardive à 2,52%.

Auteur	Année de publication	N	Technique	nevrome du NCMAB	hematome	infection superficielle	reprise chirurgicale précoce	luxation op	luxation per post op	récurrence	echecs	reprise chirurgicale tardive
Tsai et al	1999	85	Tsai	0	0	4	0	0	0	3	2	3
Desmoineaux et al	2004	36 20	Tsai	0	0	0	0	0	2	4	0	0
Yoshida et al	2009	35	Tsai / USE	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ward & Siffri	2009	21	Tsai	0	0	0	0	7	0	0	3	3
Cobb et al	2010	104	Tsai / EndoRelease	0	0	0	0	0	0	1	2	3
Stadie et al	2010	32	Tsai / Agee	0	5	2	2	0	0	0	2	1
Cross et Matullo	2013	19	Tsai / EndoRelease	0	1	1	0	0	0	0	0	0
Mirza et al	2014	92	Tsai	0	0	0	0	11	1	NA	4	2
Cobb et al	2014	172	Tsai / EndoRelease	0	1	2	0	0	0	1	3	4
Marcheix et al	2016	17	Tsai / EndoRelease	0	0	0	0	1	0	0	NA	NA

Table 31 Tableau récapitulatif des complications des techniques Tsai - Cobb

Pour la technique d'Hoffmann, les auteurs rapportent une durée moyenne d'intervention de 31 minutes et une incision de longueur moyenne de 24,1 mm. Toutes les procédures ont été réalisées avec un garrot pneumatique. Les résultats

cliniques sont excellents et bons dans 92,62% des cas et les patients se déclarent satisfaits de la procédure dans 91,66% des cas.

Auteur	Année de publication	N	Technique	Durée opératoire (min)	Taille incision Garrot (mm)	satisfaction patient	Excellent et bons résultats (%)	
Hoffman & Siemionow	2006	76	Hoffmann	NA	oui	28	NA	93,50%
Ahcan & Zorman	2007	36	Hoffmann	25	oui	35	100%	91,00%
Flores	2010	13	Hoffmann	23,4	oui	NA	NA	92,20%
Oertel et al	2010	26	Hoffmann	41	oui	NA	77%	86,30%
Leclere et al	2011	55	Hoffmann	20	oui	15	98%	92,73%
Barlaan et Wing-Yup	2011	6	Hoffmann	47	oui	22,5	NA	100,00%
Martin et al	2014	55	Hoffmann	29,6	oui	20	NA	89,10%

Table 32 Résultats clinique des techniques Hoffmann

Les complications à court terme avec la technique Hoffmann comprennent des névromes du nerf cutané médial de l'avant bras (3,74%) dont la quasi totalité ont récupéré dans les 3 mois post opératoire, une instabilité per opératoire (0,37%) ou la survenue d'un hématome (4,49%) avec un taux de reprise précoce de 1,12%. A long terme, les auteurs ne rapportent aucun cas de luxation post opératoire, 1 cas de récurrence (0,37%) et 1 cas d'échec (0,37%), avec un taux de reprise tardive à 0%.

Auteur	Année de publication	N	Technique	nevrome du NCMAB	hematome	infection superficielle	reprise chirurgicale précoce	luxation per op	luxation post op	récurrence	echecs	reprise chirurgicale tardive
Hoffman & Siemionow	2006	76	Hoffmann	9	4	0	0	0	0	0	0	0
Ahcan & Zorman	2007	36	Hoffmann	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Flores	2010	13	Hoffmann	0	4	0	0	0	0	NA	NA	NA
Oertel et al	2010	26	Hoffmann	0	0	0	0	1	0	0	1	0
Leclere et al	2011	55	Hoffmann	1	1	0	1	0	0	0	0	0
Barlaan et Wing-Yup	2011	6	Hoffmann	0	0	0	0	0	0	0	NA	0
Martin et al	2014	55	Hoffmann	0	2	0	2	0	0	1	0	NA

Table 33 Tableau récapitulatif des complications des techniques Hoffmann

Comme le disent Martin et al (159), dans la technique décrite par Hoffmann, l'utilisation d'endoscope à écarteur intégré permet de travailler à partir de l'espace sous cutané et évite l'utilisation de bougies pour dilater un canal déjà compressif et donc de risquer des lésions nerveuses iatrogènes. Cette technique peut être utilisée également pour réaliser une transposition antérieure du nerf ulnaire, ou pour d'autres

applications comme une prise de greffe nerveuse, tendineuse ou vasculaire. Mais comme le dit Stadie (136), deux aspects techniques sont délétères dans la technique décrite par Hoffmann. Tout d'abord le chirurgien doit créer un espace sous cutané et décolle donc la peau du fascia de manière étendue et risque donc de léser l'innervation et la vascularisation de ce tissu. La création d'une poche de décollement sous cutané peut donc être pourvoyeur de lésion du nerf cutané médial de l'avant bras qui se trouve dans cet espace anatomique. En effet, alors qu'on ne retrouve aucun cas de lésion du nerf cutané médial de l'avant bras dans le groupe Tsai - Cobb, ce dernier est lésé dans 3,74% des cas dans le groupe Hoffmann. Cependant, ce constat est à pondérer par le fait que la quasi totalité de ces lésions ont récupéré spontanément dans la période post opératoire précoce. Il s'agissait donc probablement de neurapraxie par étirement lors de la réalisation de l'espace sous cutané. De plus, on observe un plus fort risque d'hématome dans le groupe Hoffmann (4,49%) que dans le groupe Tsai - Cobb (1,11%), probablement également par un risque plus important de léser un vaisseau perforant à destinée de la peau en créant cet espace de décollement. Enfin, c'est également avec cette technique que dans la série de Leclère (156), les auteurs ont décrit un cas de lésion partielle du nerf ulnaire. Il s'agissait d'une lésion minime, inférieure à 5% de la tranche de section du nerf et les auteurs ont pu la réparer immédiatement avec une récupération ad integrum. Ouvrir le tunnel ulnaire sans contrôler le nerf semble donc être plus dangereux même si ce cas n'a été décrit qu'une fois et que c'était au début de la courbe d'apprentissage des auteurs. Ensuite, il s'agit d'une étape fastidieuse et chronophage en début de procédure et la durée des interventions de type Hoffman est presque deux fois supérieure à celles de type Tsai- Cobb (31 minutes versus 17 minutes). Enfin, la taille de l'incision semble également supérieure pour permettre de réaliser cet espace de décollement avec une longueur moyenne pour les techniques Hoffmann de 24,1 mm versus 20,6 mm dans les techniques Tsai- Cobb.

D'un autre côté, l'introduction après dilatation par deux bougies de l'endoscope dans le tunnel ulnaire déjà étroit et à l'aveugle peut paraître dangereux. Cependant, les auteurs ayant étudié la technique Agee n'ont déploré aucune lésion ulnaire. De même pour les auteurs utilisant l'ancillaire EndoRelease ou des tubes transparents. Aucune lésion iatrogène du nerf ulnaire n'a été à déplorer dans ce groupe. Ce risque semble donc théorique.

Par contre, on constate un plus fort taux d'instabilité per opératoire dans le groupe Tsai - Cobb (3,16%) par rapport au groupe Hoffmann (0,37%). Il semble donc que la libération du nerf ulnaire par voie endocanalaire soit extrêmement efficace et ne distingue pas les éléments compressifs par rapport aux éléments stabilisateurs. Probablement qu'une technique comme celle d'Hoffmann en vue aérienne respecte mieux l'environnement nerveux.

A long terme, il semble également qu'il y ait un plus fort taux de récurrence (1,52%), d'échec (2,52%) et de reprise chirurgicale dans le groupe Tsai - Cobb (2,52%) par rapport au groupe Hoffmann (0,37%). Cela ne semble pas être du à la survenue d'une instabilité post opératoire car le risque est faible (0,47%). Peut être est ce du au recul plus important dans les séries rapportant des techniques Tsai - Cobb (18,58 mois en moyenne) que dans celles traitant des techniques Hoffmann (13,31 mois en moyenne).

Enfin les résultats semblent similaires dans les deux groupes (Tsai - Cobb versus Hoffmann) en terme de scores cliniques (82,55% versus 92,62%) et de satisfaction des patients (84,38% versus 91,66%).

Au total, il semble donc qu'il y ait des différences entre les différentes techniques de libération endoscopique du nerf ulnaire. Elles n'ont jamais été comparées entre elles et la disparité des séries rend les analyses statistiques désuètes. Cependant, ces quelques chiffres semblent nous montrer que la technique décrite par Tsai - Cobb, avec plus de recul, obtient un résultats clinique très satisfaisant et similaire à ceux des techniques à ciel ouvert dans la littérature avec un taux très bas de complication et notamment un risque inexistant de lésion iatrogène du nerf ulnaire ou du nerf cutané médial de l'avant bras.

C. Comparaison de notre série aux techniques endoscopiques Tsai - Cobb

1. Résultats

La série que nous avons étudiée a été réalisée selon la technique décrite par Cobb en 2010 avec l'ancillaire EndoRelease (Integra) (93). Elle peut donc être comparée aux autres techniques inspirées de Tsai qui ont une approche endo canalaire.

Elle présente un résultat clinique final à long terme excellent avec 95% d'excellents et bons résultats avec un recul moyen de 46 mois, meilleur que le taux d'excellents et bons résultats moyen dans les séries du groupe Tsai - Cobb de 82,55%.

70% des patients se déclarent satisfaits de cette procédure. C'est un peu moins que la moyenne des séries du groupe Tsai- Cobb (84,38%) mais il s'agit d'un résultat subjectif et la définition du taux de satisfaction des patients diffère d'une série à une autre. Pour notre part, nous avons considéré que les patients étaient satisfaits quand ils se déclaraient « Bien mieux » dans leur auto appréciation sur une échelle de cinq grades (bien mieux, mieux, inchangé, moins bien, bien moins bien).

Et au final, malgré un recul très important, bien supérieur au recul moyen des séries présentées dans la littérature (46 versus 18 mois), nous n'avons recueilli aucune complication post opératoire, aucune reprise chirurgicale précoce ou tardive et à ce jour, aucune récurrence du syndrome ulnaire.

Du point de vue des caractéristiques techniques, le temps de chirurgie était plus long que celui présenté dans la littérature. Tout d'abord, il est difficile de comparer le temps opératoire du concepteur de la technique (10 minutes) avec ceux qui la prennent en main. Il y a indéniablement une courbe d'apprentissage pour ces techniques de libérations endoscopiques et pour cette série, il s'agissait des premiers cas pratiqués dans le service. Enfin il s'agissait d'une série multi opérateur donc le temps était variable d'un chirurgien à un autre, en fonction de l'expérience de chacun. Enfin, l'incision pratiquée était de taille similaire à celle décrite dans la littérature (23,57 versus 20,625mm) et la procédure suivie était, pas à pas, celle décrite par l'auteur original. Les chirurgiens du service avaient pour cela invité le concepteur de la technique pour apprendre cette technique à son contact au laboratoire d'anatomie.

Auteur	Année de publication	N	Technique	Durée opératoire (min)	Taille incision Garrot (mm)	satisfaction patient	Excellent et bons résultats (%)
Tsai et al	1999	85	Tsai	NA	oui	NA	87,00%
Desmoineaux et al	2004	36 20	Tsai	18	oui	15	100% 85,00%
Yoshida et al	2009	35	Tsai / USE	NA	non	15	97% 57,14%
Ward & Siffri	2009	21	Tsai	NA	oui	20	NA 76,00%
Cobb et al	2010	104	Tsai / EndoRelease	NA	oui	20	NA 94,00%
Stadie et al	2010	32	Tsai / Agee	25	oui	25	70% 70,37%
Cross et Matullo	2013	19	Tsai / EndoRelease	NA	oui	20	NA 88,00%
Mirza et al	2014	92	Tsai	NA	oui	30	NA 69,56%
Cobb et al	2014	172	Tsai / EndoRelease	10	oui	NA	69,90% 96,00%
Marcheix et al	2016	17	Tsai / EndoRelease	NA	oui	20	NA 88,00%
Herzberg	2016	24	Tsai / EndoRelease	33,8	oui	23,57	70% 95,00%

Table 34 Résultats cliniques de notre série comparée aux autres séries de libération endoscopique avec la technique Tsai - Cobb

On peut donc conclure que la libération endoscopique du nerf ulnaire selon la technique de Cobb est une technique sûre, efficace et reproductible, également dans les mains d'autres équipes que dans celles des concepteurs de la technique, et que ces résultats sont stables dans le temps.

2. Limites

Les limites de ce travail et de l'extraction des données sont liées :

- au caractère rétrospectif du recueil de données
- aux biais rencontrés et notamment au biais de mémorisation
- aux limites d'un recueil de données téléphonique et donc sans évaluation clinique systématique des patients par un chirurgien spécialisé

3. Points forts

Les points forts de cette série sont :

- un recul important
- une population homogène
- une technique unique
- multi opérateur

VII. Conclusion

Les avantages de la neurolyse in situ ont été bien décrits dans la littérature par rapport aux autres techniques (transposition, épicondylectomie), eu égard à ses résultats équivalents avec un taux plus bas de complications. La tendance actuelle vise à développer des techniques mini invasives et notamment par une approche endoscopique.

Les préoccupations suivantes sont souvent mises en avant dans la littérature au sujet de l'endoscopie : l'émergence d'un saignement tardif hors de portée de l'endoscope, le risque de lésion iatrogène du nerf ulnaire par la manipulation d'instruments à son contact dans un espace étroit, l'exposition limitée du nerf et des structures adjacentes et le risque de déstabilisation du nerf après la libération de tous les sites compressifs potentiels mais également de toutes ses attaches. Les complications principales des techniques endoscopiques sont dominées par la survenue d'un hématome post opératoire ou par une instabilité nerveuse en cours de procédure ou en post opératoire. Cependant la littérature rapporte moins de 5% de complications à court ou à long terme pour les techniques endoscopiques.

L'avantage majeur des techniques endoscopiques tient dans la longueur de la décompression potentielle et dans l'exhaustivité de la libération de tous les sites de compression du nerf ulnaire autour du coude. Cet objectif est atteint au prix d'une incision mini invasive (de moins de 3 cm), avec une dissection économe des tissus adjacents, et un risque diminué de léser une branche du nerf cutané médial de l'avant bras. De plus, cette technique nécessite peu d'instrumentation spécifique à part un endoscope 30° au minimum et présente une courbe d'apprentissage relativement courte pour un chirurgien spécialiste de la chirurgie nerveuse.

Nous avons évalué dans cette étude rétrospective observationnelle les résultats cliniques et fonctionnels à long terme de la libération endoscopique du nerf ulnaire au coude selon la technique de Cobb. Il s'agissait de 20 coudes atteints d'une neuropathie compressive du nerf ulnaire, de sévérité pré opératoire évaluée selon la classification de Mc Gowan légère à modérée (stade Mc Gowan 1 et 2A) et d'origine primitive. Dans cette série, les résultats clinique, appréciés selon le score de Bishop modifié par Dützmänn, comprenaient 95% d'excellents et bons résultats avec un recul

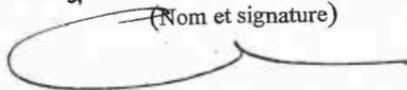
moyen de 46 mois. Enfin nous n'avons relevé aucune complication post opératoire à court et à long terme avec cette technique.

Cette étude confirme l'intérêt de l'endoscopie dans les procédures de libération endoscopique du nerf ulnaire comme une procédure efficace, sûre et reproductible. Cependant, d'autres études seraient nécessaires pour évaluer, sur un plus grand nombre de cas, les bénéfices à long terme des techniques endoscopique par rapport aux techniques à ciel ouvert.

Vu, Le Doyen de la Faculté
de Médecine et de Maïeutique
Lyon-Sud Charles Mérieux


Carole BURILLON

Le Président de la Thèse
(Nom et signature)



Pr Guillaume Herzberg

Vu et Permis d'imprimer
Lyon, le 16/09/2016

Vu, le Président de l'Université
Le Président du Comité de Coordination
des Etudes Médicales


Anne-Cécile

VIII. Références bibliographiques

1. Mondelli M, Giannini F, Ballerini M, Ginanneschi F, Martorelli E. Incidence of ulnar neuropathy at the elbow in the province of Siena (Italy). *J Neurol Sci.* 15 juill 2005;234(1-2):5-10.
2. Osborne GV. The surgical treatment of tardy ulnar neuritis. *J Bone Jt Surg Br.* 1957;39:782.
3. Feindel W, Stratford J. The role of the cubital tunnel in tardy ulnar palsy. *Can J Surg J Can Chir.* juill 1958;1(4):287-300.
4. Green JR, Rayan GM. The cubital tunnel: anatomic, histologic, and biomechanical study. *J Shoulder Elb Surg Am Shoulder Elb Surg Al.* oct 1999;8(5):466-70.
5. Sunderland S. The intraneural topography of the radial, median and ulnar nerves. *Brain J Neurol.* déc 1945;68:243-99.
6. Kleinman WB, Bishop AT. Anterior intramuscular transposition of the ulnar nerve. *J Hand Surg.* nov 1989;14(6):972-9.
7. Lowe JB, Maggi SP, Mackinnon SE. The position of crossing branches of the medial antebrachial cutaneous nerve during cubital tunnel surgery in humans. *Plast Reconstr Surg.* 1 sept 2004;114(3):692-6.
8. Race CM, Saldana MJ. Anatomic course of the medial cutaneous nerves of the arm. *J Hand Surg.* janv 1991;16(1):48-52.
9. Mirza A, Mirza JB, Lee BK, Adhya S, Litwa J, Lorenzana DJ. An anatomical basis for endoscopic cubital tunnel release and associated clinical outcomes. *J Hand Surg.* juill 2014;39(7):1363-9.
10. Gonzalez MH, Lotfi P, Bendre A, Mandelbroyt Y, Lieska N. The ulnar nerve at the elbow and its local branching: an anatomic study. *J Hand Surg Edinb Scotl.* avr 2001;26(2):142-4.
11. Tubbs RS, Deep A, Shoja MM, Mortazavi MM, Loukas M, Cohen-Gadol AA. The arcade of Struthers: An anatomical study with potential neurosurgical significance. *Surg Neurol Int.* 2011;2:184.
12. Vanderpool DW, Chalmers J, Lamb DW, Whiston TB. Peripheral Compression Lesions of the Ulnar Nerve. *Bone Jt J.* 1 nov 1968;50-B(4):792-803.
13. Wadsworth TG. The external compression syndrome of the ulnar nerve at the cubital tunnel. *Clin Orthop.* mai 1977;(124):189-204.
14. Dellon AL. Musculotendinous variations about the medial humeral epicondyle. *J Hand Surg Edinb Scotl.* juin 1986;11(2):175-81.

15. Gabel GT, Amadio PC. Reoperation for failed decompression of the ulnar nerve in the region of the elbow. *J Bone Joint Surg Am.* févr 1990;72(2):213-9.
16. Bozentka DJ. Cubital tunnel syndrome pathophysiology. *Clin Orthop.* juin 1998;(351):90-4.
17. Ochiai N, Honmo J, Tsujino A, Nisiura Y. Electrodiagnosis in entrapment neuropathy by the arcade of Struthers. *Clin Orthop.* sept 2000;(378):129-35.
18. Spinner M, Kaplan EB. The relationship of the ulnar nerve to the medial intermuscular septum in the arm and its clinical significance. *The Hand.* oct 1976;8(3):239-42.
19. Siqueira MG, Martins RS. The controversial arcade of Struthers. *Surg Neurol.* 2005;64 Suppl 1:S1:17-20; discussion S1:20-21.
20. De Jesus R, Dellon AL. Historic origin of the « Arcade of Struthers ». *J Hand Surg.* mai 2003;28(3):528-31.
21. Kane E, Kaplan EB, Spinner M. [Observations of the course of the ulnar nerve in the arm]. *Ann Chir.* mai 1973;27(5):487-96.
22. al-Qattan MM, Murray KA. The arcade of Struthers: an anatomical study. *J Hand Surg Edinb Scotl.* août 1991;16(3):311-4.
23. Broudy AS, Leffert RD, Smith RJ. Technical problems with ulnar nerve transposition at the elbow: findings and results of reoperation. *J Hand Surg.* janv 1978;3(1):85-9.
24. O'Hara JJ, Stone JH. Ulnar nerve compression at the elbow caused by a prominent medial head of the triceps and an anconeus epitrochlearis muscle. *J Hand Surg Edinb Scotl.* févr 1996;21(1):133-5.
25. O'Driscoll SW, Horii E, Carmichael SW, Morrey BF. The cubital tunnel and ulnar neuropathy. *J Bone Joint Surg Br.* juill 1991;73(4):613-7.
26. Campbell WW, Pridgeon RM, Riaz G, Astruc J, Sahni KS. Variations in anatomy of the ulnar nerve at the cubital tunnel: pitfalls in the diagnosis of ulnar neuropathy at the elbow. *Muscle Nerve.* août 1991;14(8):733-8.
27. Gruber H, Glodny B, Peer S. The validity of ultrasonographic assessment in cubital tunnel syndrome: the value of a cubital-to-humeral nerve area ratio (CHR) combined with morphologic features. *Ultrasound Med Biol.* mars 2010;36(3):376-82.
28. Masear VR, Hill JJ, Cohen SM. Ulnar compression neuropathy secondary to the anconeus epitrochlearis muscle. *J Hand Surg.* sept 1988;13(5):720-4.

29. Hirasawa Y, Sawamura H, Sakakida K. Entrapment neuropathy due to bilateral epitrochleoanconeus muscles: a case report. *J Hand Surg. mars* 1979;4(2):181-4.
30. Chalmers J. Unusual causes of peripheral nerve compression. *The Hand. juin* 1978;10(2):168-75.
31. Nagle DJ, Patel RM, Paisley S. Endoscopic detection of compressing fascial bands around the ulnar nerve within the FCU. *Hand N Y N. mars* 2012;7(1):103-7.
32. Amadio PC, Beckenbaugh RD. Entrapment of the ulnar nerve by the deep flexor-pronator aponeurosis. *J Hand Surg. janv* 1986;11(1):83-7.
33. Inserra S, Spinner M. An anatomic factor significant in transposition of the ulnar nerve. *J Hand Surg. janv* 1986;11(1):80-2.
34. Degeorges R, Masquelet A-C. The cubital tunnel: anatomical study of its distal part. *Surg Radiol Anat SRA. sept* 2002;24(3-4):169-76.
35. Siemionow M, Agaoglu G, Hoffmann R. Anatomic characteristics of a fascia and its bands overlying the ulnar nerve in the proximal forearm: a cadaver study. *J Hand Surg Eur Vol. juin* 2007;32(3):302-7.
36. Hoffmann R, Siemionow M. The endoscopic management of cubital tunnel syndrome. *J Hand Surg Edinb Scotl. févr* 2006;31(1):23-9.
37. Lundborg G. Structure and function of the intraneural microvessels as related to trauma, edema formation, and nerve function. *J Bone Joint Surg Am. oct* 1975;57(7):938-48.
38. Sugawara M. [Experimental and clinical studies of the vascularized anterior transposition of the ulnar nerve for cubital tunnel syndrome]. *Nihon Seikeigeka Gakkai Zasshi. août* 1988;62(8):755-66.
39. Prevel CD, Matloub HS, Ye Z, Sanger JR, Yousif NJ. The extrinsic blood supply of the ulnar nerve at the elbow: an anatomic study. *J Hand Surg. mai* 1993;18(3):433-8.
40. Maki Y, Firrell JC, Breidenbach WC. Blood flow in mobilized nerves: results in a rabbit sciatic nerve model. *Plast Reconstr Surg. sept* 1997;100(3):627-633-635.
41. Ogata K, Manske PR, Lesker PA. The effect of surgical dissection on regional blood flow to the ulnar nerve in the cubital tunnel. *Clin Orthop. mars* 1985;(193):195-8.
42. Apfelberg DB, Larson SJ. Dynamic anatomy of the ulnar nerve at the elbow. *Plast Reconstr Surg. janv* 1973;51(1):79-81.

43. James J, Sutton LG, Werner FW, Basu N, Allison MA, Palmer AK. Morphology of the cubital tunnel: an anatomical and biomechanical study with implications for treatment of ulnar nerve compression. *J Hand Surg.* déc 2011;36(12):1988-95.
44. Patel VV, Heidenreich FP, Bindra RR, Yamaguchi K, Gelberman RH. Morphologic changes in the ulnar nerve at the elbow with flexion and extension: a magnetic resonance imaging study with 3-dimensional reconstruction. *J Shoulder Elb Surg Am Shoulder Elb Surg Al.* août 1998;7(4):368-74.
45. Yoon JS, Kim B-J, Kim SJ, Kim JM, Sim KH, Hong SJ, et al. Ultrasonographic measurements in cubital tunnel syndrome. *Muscle Nerve.* déc 2007;36(6):853-5.
46. Rydevik B, Lundborg G, Bagge U. Effects of graded compression on intraneural blood flow. An in vivo study on rabbit tibial nerve. *J Hand Surg.* janv 1981;6(1):3-12.
47. Ogata K, Naito M. Blood flow of peripheral nerve effects of dissection stretching and compression. *J Hand Surg Br Eur Vol.* févr 1986;11(1):10-4.
48. Werner CO, Ohlin P, Elmqvist D. Pressures recorded in ulnar neuropathy. *Acta Orthop Scand.* oct 1985;56(5):404-6.
49. Dahlin LB, Lundborg G. The neurone and its response to peripheral nerve compression. *J Hand Surg Edinb Scotl.* févr 1990;15(1):5-10.
50. Lundborg G, Dahlin LB. Anatomy, function, and pathophysiology of peripheral nerves and nerve compression. *Hand Clin.* mai 1996;12(2):185-93.
51. Schuind FA, Goldschmidt D, Bastin C, Burny F. A biomechanical study of the ulnar nerve at the elbow. *J Hand Surg Edinb Scotl.* oct 1995;20(5):623-7.
52. Wright TW, Glowczewskie F, Cowin D, Wheeler DL. Ulnar nerve excursion and strain at the elbow and wrist associated with upper extremity motion. *J Hand Surg.* juill 2001;26(4):655-62.
53. Gelberman RH, Yamaguchi K, Hollstien SB, Winn SS, Heidenreich FP, Bindra RR, et al. Changes in interstitial pressure and cross-sectional area of the cubital tunnel and of the ulnar nerve with flexion of the elbow. An experimental study in human cadavera. *J Bone Joint Surg Am.* avr 1998;80(4):492-501.
54. Pechan J, Julis I. The pressure measurement in the ulnar nerve. A contribution to the pathophysiology of the cubital tunnel syndrome. *J Biomech.* janv 1975;8(1):75-9.
55. Childress HM. Recurrent ulnar-nerve dislocation at the elbow. *Clin Orthop.* mai 1975;(108):168-73.

56. Calfee RP, Manske PR, Gelberman RH, Van Steyn MO, Steffen J, Goldfarb CA. Clinical assessment of the ulnar nerve at the elbow: reliability of instability testing and the association of hypermobility with clinical symptoms. *J Bone Joint Surg Am.* 1 déc 2010;92(17):2801-8.
57. Toby EB, Hanesworth D. Ulnar nerve strains at the elbow. *J Hand Surg.* nov 1998;23(6):992-7.
58. Lascar T, Laulan J. Cubital tunnel syndrome: a retrospective review of 53 anterior subcutaneous transpositions. *J Hand Surg Edinb Scotl.* oct 2000;25(5):453-6.
59. Ochiai N, Hayashi T, Ninomiya S. High ulnar nerve palsy caused by the arcade of Struthers. *J Hand Surg Edinb Scotl.* déc 1992;17(6):629-31.
60. Abdel-Salam A, Eyres KS, Cleary J. Drivers' elbow: a cause of ulnar neuropathy. *J Hand Surg Edinb Scotl.* nov 1991;16(4):436-7.
61. Descatha A, Leclerc A, Chastang J-F, Roquelaure Y, Study Group on Repetitive Work. Incidence of ulnar nerve entrapment at the elbow in repetitive work. *Scand J Work Environ Health.* juin 2004;30(3):234-40.
62. Aoki M, Kanaya K, Aiki H, Wada T, Yamashita T, Ogiwara N. Cubital tunnel syndrome in adolescent baseball players: a report of six cases with 3- to 5-year follow-up. *Arthrosc J Arthrosc Relat Surg Off Publ Arthrosc Assoc N Am Int Arthrosc Assoc.* juin 2005;21(6):758.
63. Upton AR, McComas AJ. The double crush in nerve entrapment syndromes. *Lancet Lond Engl.* 18 août 1973;2(7825):359-62.
64. Narakas AO. Les syndromes canaux du membre supérieur. In: *Cahier d'enseignement de la SOFCOT.* pp17-33; 1992.
65. Cross D, Matullo KS. Concomitant endoscopic carpal and cubital tunnel release: safety and efficacy. *Hand N Y N.* mars 2014;9(1):43-7.
66. Bartels RH, Menovsky T, Van Overbeeke JJ, Verhagen WI. Surgical management of ulnar nerve compression at the elbow: an analysis of the literature. *J Neurosurg.* nov 1998;89(5):722-7.
67. Harmon RL. Bilaterality of ulnar neuropathy at the elbow. *Electromyogr Clin Neurophysiol.* juill 1991;31(4):195-8.
68. Assmus H, Antoniadis G, Bischoff C, Hoffmann R, Martini A-K, Preissler P, et al. Cubital tunnel syndrome - a review and management guidelines. *Cent Eur Neurosurg.* mai 2011;72(2):90-8.
69. Seror P, Nathan PA. Relative frequency of nerve conduction abnormalities at carpal tunnel and cubital tunnel in France and the United States: importance of silent neuropathies and role of ulnar neuropathy after

- unsuccessful carpal tunnel syndrome release. *Ann Chir Main Memb Supér Organe Off Sociétés Chir Main Ann Hand Up Limb Surg.* 1993;12(4):281-5.
70. Montagna P, Liguori R. The motor tincl sign: a useful sign in entrapment neuropathy? *Muscle Nerve.* juin 2000;23(6):976-8.
 71. Rayan GM, Jensen C, Duke J. Elbow flexion test in the normal population. *J Hand Surg.* janv 1992;17(1):86-9.
 72. Novak CB, Lee GW, Mackinnon SE, Lay L. Provocative testing for cubital tunnel syndrome. *J Hand Surg.* sept 1994;19(5):817-20.
 73. Cheng CJ, Mackinnon-Patterson B, Beck JL, Mackinnon SE. Scratch collapse test for evaluation of carpal and cubital tunnel syndrome. *J Hand Surg.* nov 2008;33(9):1518-24.
 74. Agnew SP, Minioka MM, Patel RM, Nagle DJ. Correlation between preoperative Kimura inching studies and intraoperative findings during endoscopic-assisted decompression of the ulnar nerve at the elbow. *Hand N Y N.* déc 2012;7(4):370-3.
 75. Omejec G, Žgur T, Podnar S. Diagnostic accuracy of ultrasonographic and nerve conduction studies in ulnar neuropathy at the elbow. *Clin Neurophysiol Off J Int Fed Clin Neurophysiol.* sept 2015;126(9):1797-804.
 76. Beekman R, Van Der Plas JPL, Uitdehaag BMJ, Schellens RLLA, Visser LH. Clinical, electrodiagnostic, and sonographic studies in ulnar neuropathy at the elbow. *Muscle Nerve.* août 2004;30(2):202-8.
 77. Beekman R, Visser LH, Verhagen WI. Ultrasonography in ulnar neuropathy at the elbow: a critical review. *Muscle Nerve.* mai 2011;43(5):627-35.
 78. Zhong W, Zhang W, Zheng X, Li S, Shi J. The high-resolution ultrasonography and electrophysiological studies in nerve decompression for ulnar nerve entrapment at the elbow. *J Reconstr Microsurg.* juin 2012;28(5):345-8.
 79. Martinoli C, Bianchi S, Gandolfo N, Valle M, Simonetti S, Derchi LE. US of nerve entrapments in osteofibrous tunnels of the upper and lower limbs. *Radiogr Rev Publ Radiol Soc N Am Inc.* oct 2000;20 Spec No:S199-213-217.
 80. Vuillemin V, Guerini H, Morvan G. Musculoskeletal interventional ultrasonography: the upper limb. *Diagn Interv Imaging.* sept 2012;93(9):665-73.
 81. Poujade T, Hanouz N, Lecoq B, Hulet C, Collon S. Ultrasound-guided surgical treatment for ulnar nerve entrapment: a cadaver study. *Chir Main.* sept 2014;33(4):256-62.
 82. Vucic S, Cordato DJ, Yiannikas C, Schwartz RS, Shnier RC. Utility of magnetic resonance imaging in diagnosing ulnar neuropathy at the elbow. *Clin Neurophysiol Off J Int Fed Clin Neurophysiol.* mars 2006;117(3):590-5.

83. McGOWAN AJ. The results of transposition of the ulnar nerve for traumatic ulnar neuritis. *J Bone Joint Surg Br.* août 1950;32-B(3):293-301.
84. Goldberg BJ, Light TR, Blair SJ. Ulnar neuropathy at the elbow: results of medial epicondylectomy. *J Hand Surg.* mars 1989;14(2 Pt 1):182-8.
85. Dellon AL. Review of treatment results for ulnar nerve entrapment at the elbow. *J Hand Surg.* juill 1989;14(4):688-700.
86. Caliendo P, La Torre G, Padua R, Giannini F, Padua L. Treatment for ulnar neuropathy at the elbow. *Cochrane Database Syst Rev.* 2012;(7):CD006839.
87. Palmer BA, Hughes TB. Cubital tunnel syndrome. *J Hand Surg.* janv 2010;35(1):153-63.
88. Seror P. Treatment of ulnar nerve palsy at the elbow with a night splint. *J Bone Joint Surg Br.* mars 1993;75(2):322-7.
89. Oskay D, Meriç A, Kirdi N, Firat T, Ayhan C, Leblebicioğlu G. Neurodynamic mobilization in the conservative treatment of cubital tunnel syndrome: long-term follow-up of 7 cases. *J Manipulative Physiol Ther.* févr 2010;33(2):156-63.
90. Hong CZ, Long HA, Kanakamedala RV, Chang YM, Yates L. Splinting and local steroid injection for the treatment of ulnar neuropathy at the elbow: clinical and electrophysiological evaluation. *Arch Phys Med Rehabil.* juin 1996;77(6):573-7.
91. Dellon AL, Hament W, Gittelshon A. Nonoperative management of cubital tunnel syndrome: an 8-year prospective study. *Neurology.* sept 1993;43(9):1673-7.
92. Svernlöv B, Larsson M, Rehn K, Adolfsson L. Conservative treatment of the cubital tunnel syndrome. *J Hand Surg Eur Vol.* avr 2009;34(2):201-7.
93. Cobb TK. Endoscopic cubital tunnel release. *J Hand Surg.* oct 2010;35(10):1690-7.
94. Han HH, Kang HW, Lee JY, Jung S-N. Fascia wrapping technique: a modified method for the treatment of cubital tunnel syndrome. *ScientificWorldJournal.* 2014;2014:482702.
95. Danoff JR, Lombardi JM, Rosenwasser MP. Use of a pedicled adipose flap as a sling for anterior subcutaneous transposition of the ulnar nerve. *J Hand Surg.* mars 2014;39(3):552-5.
96. Hamidreza A, Saeid A, Mohammadreza D, Zohreh Z, Mehdi S. Anterior subcutaneous transposition of ulnar nerve with fascial flap and complete excision of medial intermuscular septum in cubital tunnel syndrome: a prospective patient cohort. *Clin Neurol Neurosurg.* oct 2011;113(8):631-4.

97. Mahan MA, Gasco J, Mokhtee DB, Brown JM. Anatomical considerations of fascial release in ulnar nerve transposition: a concept revisited. *J Neurosurg.* nov 2015;123(5):1216-22.
98. Hashiguchi H, Ito H, Sawaizumi T. Stabilized subcutaneous transposition of the ulnar nerve. *Int Orthop.* 2003;27(4):232-4.
99. Gökay NS, Bagatur AE. Subcutaneous anterior transposition of the ulnar nerve in cubital tunnel syndrome. *Acta Orthop Traumatol Turc.* 2012;46(4):243-9.
100. Liu C-H, Wu S-Q, Ke X-B, Wang H-L, Chen C-X, Lai Z-L, et al. Subcutaneous Versus Submuscular Anterior Transposition of the Ulnar Nerve for Cubital Tunnel Syndrome: A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials and Observational Studies. *Medicine (Baltimore).* juill 2015;94(29):e1207.
101. Zarezadeh A, Shemshaki H, Nourbakhsh M, Etemadifar MR, Moeini M, Mazoochian F. Comparison of anterior subcutaneous and submuscular transposition of ulnar nerve in treatment of cubital tunnel syndrome: A prospective randomized trial. *J Res Med Sci Off J Isfahan Univ Med Sci.* août 2012;17(8):745-9.
102. Zlowodzki M, Chan S, Bhandari M, Kalliainen L, Schubert W. Anterior transposition compared with simple decompression for treatment of cubital tunnel syndrome. A meta-analysis of randomized, controlled trials. *J Bone Joint Surg Am.* déc 2007;89(12):2591-8.
103. Macadam SA, Gandhi R, Bezuhly M, Lefaivre KA. Simple decompression versus anterior subcutaneous and submuscular transposition of the ulnar nerve for cubital tunnel syndrome: a meta-analysis. *J Hand Surg.* oct 2008;33(8):1314.e1-12.
104. Taniguchi Y, Takami M, Takami T, Yoshida M. Simple decompression with small skin incision for cubital tunnel syndrome. *J Hand Surg Edinb Scotl.* déc 2002;27(6):559-62.
105. Ochi K, Horiuchi Y, Nakamura T, Sato K, Arino H, Koyanagi T. Ulnar nerve strain at the elbow in patients with cubital tunnel syndrome: effect of simple decompression. *J Hand Surg Eur Vol.* juin 2013;38(5):474-80.
106. Bartels RHMA, Verhagen WIM, van der Wilt GJ, Meulstee J, van Rossum LGM, Grotenhuis JA. Prospective randomized controlled study comparing simple decompression versus anterior subcutaneous transposition for idiopathic neuropathy of the ulnar nerve at the elbow: Part 1. *Neurosurgery.* mars 2005;56(3):522-530-530.
107. Biggs M, Curtis JA. Randomized, prospective study comparing ulnar neurolysis in situ with submuscular transposition. *Neurosurgery.* févr 2006;58(2):296-304-304.

108. Gervasio O, Gambardella G, Zaccone C, Branca D. Simple decompression versus anterior submuscular transposition of the ulnar nerve in severe cubital tunnel syndrome: a prospective randomized study. *Neurosurgery*. 2005;56(1):108-117; discussion 117.
109. Goldfarb CA, Sutter MM, Martens EJ, Manske PR. Incidence of re-operation and subjective outcome following in situ decompression of the ulnar nerve at the cubital tunnel. *J Hand Surg Eur Vol*. juin 2009;34(3):379-83.
110. Karthik K, Nanda R, Storey S, Stothard J. Severe ulnar nerve entrapment at the elbow: functional outcome after minimally invasive in situ decompression. *J Hand Surg Eur Vol*. févr 2012;37(2):115-22.
111. Hicks D, Toby EB. Ulnar nerve strains at the elbow: the effect of in situ decompression and medial epicondylectomy. *J Hand Surg*. nov 2002;27(6):1026-31.
112. Mitchell J, Dunn JC, Kusnezov N, Bader J, Ipsen DF, Forthman CL, et al. The effect of operative technique on ulnar nerve strain following surgery for cubital tunnel syndrome. *Hand N Y N*. déc 2015;10(4):707-11.
113. Muermans S, De Smet L. Partial medial epicondylectomy for cubital tunnel syndrome: Outcome and complications. *J Shoulder Elb Surg Am Shoulder Elb Surg Al*. juin 2002;11(3):248-52.
114. King T, Morgan FP. Late results of removing the medial humeral epicondyle for traumatic ulnar neuritis. *J Bone Joint Surg Br*. févr 1959;41-B(1):51-5.
115. Popa M, Dubert T. Treatment of cubital tunnel syndrome by frontal partial medial epicondylectomy. A retrospective series of 55 cases. *J Hand Surg Edinb Scotl*. déc 2004;29(6):563-7.
116. Efsthopoulos DG, Themistocleous GS, Papagelopoulos PJ, Chloros GD, Gerostathopoulos NE, Soucacos PN. Outcome of partial medial epicondylectomy for cubital tunnel syndrome. *Clin Orthop*. mars 2006;444:134-9.
117. Osei DA, Padegimas EM, Calfee RP, Gelberman RH. Outcomes following modified oblique medial epicondylectomy for treatment of cubital tunnel syndrome. *J Hand Surg*. févr 2013;38(2):336-43.
118. Amako M, Nemoto K, Kawaguchi M, Kato N, Arino H, Fujikawa K. Comparison between partial and minimal medial epicondylectomy combined with decompression for the treatment of cubital tunnel syndrome. *J Hand Surg*. nov 2000;25(6):1043-50.
119. Rochet S, Obert L, Lepage D, Garbuio P, Tropet Y. [Should we divide Osborn's ligament during epicondylectomy and in situ decompression of the ulnar nerve?]. *Chir Main*. juin 2004;23(3):131-6.

120. Seradge H, Owen W. Cubital tunnel release with medial epicondylectomy factors influencing the outcome. *J Hand Surg.* mai 1998;23(3):483-91.
121. Erol B, Tetik C, Sirin E. [The mid-term results of minimal medial epicondylectomy and decompression for cubital tunnel syndrome]. *Acta Orthop Traumatol Turc.* 2004;38(5):330-6.
122. Mowlavi A, Andrews K, Lille S, Verhulst S, Zook EG, Milner S. The management of cubital tunnel syndrome: a meta-analysis of clinical studies. *Plast Reconstr Surg.* août 2000;106(2):327-34.
123. Baek GH, Kwon BC, Chung MS. Comparative study between minimal medial epicondylectomy and anterior subcutaneous transposition of the ulnar nerve for cubital tunnel syndrome. *J Shoulder Elb Surg Am Shoulder Elb Surg Al.* oct 2006;15(5):609-13.
124. Capo JT, Jacob G, Maurer RJ, Nourbakhsh A, Preston JS. Subcutaneous anterior transposition versus decompression and medial epicondylectomy for the treatment of cubital tunnel syndrome. *Orthopedics.* nov 2011;34(11):e713-717.
125. Brauer CA, Graham B. The surgical treatment of cubital tunnel syndrome: a decision analysis. *J Hand Surg Eur Vol.* déc 2007;32(6):654-62.
126. Bartels RHMA, Termeer EH, van der Wilt GJ, van Rossum LGM, Meulstee J, Verhagen WIM, et al. Simple decompression or anterior subcutaneous transposition for ulnar neuropathy at the elbow: a cost-minimization analysis--Part 2. *Neurosurgery.* mars 2005;56(3):531-536-536.
127. Jackson LC, Hotchkiss RN. Cubital tunnel surgery. Complications and treatment of failures. *Hand Clin.* mai 1996;12(2):449-56.
128. Tsai TM, Bonczar M, Tsuruta T, Syed SA. A new operative technique: cubital tunnel decompression with endoscopic assistance. *Hand Clin.* févr 1995;11(1):71-80.
129. Nakao Y, Takayama S, Toyama Y. Cubital tunnel release with lift-type endoscopic surgery. *Hand Surg Int J Devoted Hand Up Limb Surg Relat Res J Asia-Pac Fed Soc Surg Hand.* déc 2001;6(2):199-203.
130. Yoshida A, Okutsu I, Hamanaka I. Endoscopic anatomical nerve observation and minimally invasive management of cubital tunnel syndrome. *J Hand Surg Eur Vol.* févr 2009;34(1):115-20.
131. Ward WA, Siffri PC. Endoscopically assisted ulnar neurolysis for cubital tunnel syndrome. *Tech Hand Up Extrem Surg.* sept 2009;13(3):155-9.
132. Bain GI, Bajhau A. Endoscopic release of the ulnar nerve at the elbow using the Agee device: a cadaveric study. *Arthrosc J Arthrosc Relat Surg Off Publ Arthrosc Assoc N Am Int Arthrosc Assoc.* juin 2005;21(6):691-5.

133. Flores LP. Endoscopically assisted release of the ulnar nerve for cubital tunnel syndrome. *Acta Neurochir (Wien)*. avr 2010;152(4):619-25.
134. Tsai TM, Chen IC, Majd ME, Lim BH. Cubital tunnel release with endoscopic assistance: results of a new technique. *J Hand Surg*. janv 1999;24(1):21-9.
135. Mirza A, Reinhart MK, Bove J, Litwa J. Scope-assisted release of the cubital tunnel. *J Hand Surg*. janv 2011;36(1):147-51.
136. Stadie AT, Keiner D, Fischer G, Conrad J, Welschehold S, Oertel J. Simple endoscopic decompression of cubital tunnel syndrome with the Agee system: anatomic study and first clinical results. *Neurosurgery*. juin 2010;66(6 Suppl Operative):325-331-332.
137. Marcheix P-S, Vergnenegre G, Chevalier C, Hardy J, Charissoux J-L, Mabit C. Endoscopic ulnar nerve release at the elbow: Indications and outcomes. *Orthop Traumatol Surg Res OTSR*. févr 2016;102(1):41-5.
138. Desmoineaux P. Endoscopic release of the ulnar nerve at the elbow Surgical technique – Results. Elsevier. 2004;
139. Krishnan KG, Pinzer T, Schackert G. A novel endoscopic technique in treating single nerve entrapment syndromes with special attention to ulnar nerve transposition and tarsal tunnel release: clinical application. *Neurosurgery*. juill 2006;59(1 Suppl 1):ONS89-100; discussion ONS89-100.
140. Ahcan U, Zorman P. Endoscopic decompression of the ulnar nerve at the elbow. *J Hand Surg*. oct 2007;32(8):1171-6.
141. Jiang S, Xu W, Shen Y, Xu J-G, Gu Y-D. Endoscopy-assisted cubital tunnel release under carbon dioxide insufflation and anterior transposition. *Ann Plast Surg*. janv 2012;68(1):62-6.
142. Porcellini G, Paladini P, Campi F, Merolla G. Arthroscopic neurolysis of the ulnar nerve at the elbow. *Chir Organi Mov*. juin 2005;90(2):191-200.
143. Kovachevich R, Steinmann SP. Arthroscopic ulnar nerve decompression in the setting of elbow osteoarthritis. *J Hand Surg*. avr 2012;37(4):663-8.
144. Schmidt S, Kleist Welch-Guerra W, Matthes M, Baldauf J, Schminke U, Schroeder HWS. Endoscopic vs Open Decompression of the Ulnar Nerve in Cubital Tunnel Syndrome: A Prospective Randomized Double-Blind Study. *Neurosurgery*. déc 2015;77(6):960-71.
145. Konishiike T, Nishida K, Ozawa M, Ozaki T. Anterior transposition of the ulnar nerve with endoscopic assistance. *J Hand Surg Eur Vol*. févr 2011;36(2):126-9.
146. Morse LP, McGuire DT, Bain GI. Endoscopic ulnar nerve release and transposition. *Tech Hand Up Extrem Surg*. mars 2014;18(1):10-4.

147. Garcia JC, de Souza Montero EF. Endoscopic robotic decompression of the ulnar nerve at the elbow. *Arthrosc Tech.* juin 2014;3(3):e383-387.
148. Dützmänn S, Martin KD, Sobottka S, Marquardt G, Schackert G, Seifert V, et al. Open vs retractor-endoscopic in situ decompression of the ulnar nerve in cubital tunnel syndrome: a retrospective cohort study. *Neurosurgery.* avr 2013;72(4):605-616-616.
149. Nouhan R, Kleinert JM. Ulnar nerve decompression by transposing the nerve and Z-lengthening the flexor-pronator mass: clinical outcome. *J Hand Surg.* janv 1997;22(1):127-31.
150. Heithoff SJ. Cubital tunnel syndrome does not require transposition of the ulnar nerve. *J Hand Surg.* sept 1999;24(5):898-905.
151. Mariani PP, Golanò P, Adriani E, Llusà M, Camilleri G. A cadaveric study of endoscopic decompression of the cubital tunnel. *Arthrosc J Arthrosc Relat Surg Off Publ Arthrosc Assoc N Am Int Arthrosc Assoc.* mars 1999;15(2):218-22.
152. Elhassan B, Steinmann SP. Entrapment neuropathy of the ulnar nerve. *J Am Acad Orthop Surg.* nov 2007;15(11):672-81.
153. Heithoff SJ, Millender LH, Nalebuff EA, Petruska AJ. Medial epicondylectomy for the treatment of ulnar nerve compression at the elbow. *J Hand Surg.* janv 1990;15(1):22-9.
154. Aldekhayel S, Govshievich A, Lee J, Tahiri Y, Luc M. Endoscopic Versus Open Cubital Tunnel Release: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Hand N Y N.* mars 2016;11(1):36-44.
155. Oertel J, Keiner D, Gaab MR. Endoscopic decompression of the ulnar nerve at the elbow. *Neurosurgery.* avr 2010;66(4):817-824; discussion 824.
156. Leclère FMP, Manz S, Unglaub F, Cardenas E, Hahn P. [Endoscopic decompression of the ulnar nerve in the cubital tunnel syndrome: about 55 patients]. *Neurochirurgie.* avr 2011;57(2):73-7.
157. Barlaan PI, Ip JW-Y. Our early experience in surgical and clinical outcome on endoscopic cubital tunnel release: a preliminary result. *ISRN Orthop.* 2011;2011:427403.
158. Cobb TK, Walden AL, Merrell PT, Lemke JH. Setting expectations following endoscopic cubital tunnel release. *Hand N Y N.* sept 2014;9(3):356-63.
159. Martin K-D, Dützmänn S, Sobottka SB, Rambow S, Mellerowicz HA, Pinzer T, et al. Retractor-endoscopic nerve decompression in carpal and cubital tunnel syndromes: outcomes in a small series. *World Neurosurg.* août 2014;82(1-2):e361-370.

160. Damert H-G, Altmann S, Infanger M, Kraus A. Operative decisions for endoscopic treatment of cubital tunnel syndrome. *Orthopedics*. mai 2013;36(5):354-9.
161. Bolster M a. J, Zöphel OT, van den Heuvel ER, Ruettermann M. Cubital tunnel syndrome: a comparison of an endoscopic technique with a minimal invasive open technique. *J Hand Surg Eur Vol*. juill 2014;39(6):621-5.
162. Zajonc H, Momeni A. Endoscopic release of the cubital tunnel. *Hand Clin*. févr 2014;30(1):55-62.
163. Karatas A, Apaydin N, Uz A, Tubbs RS, Tubbs SR, Loukas M, et al. Regional anatomic structures of the elbow that may potentially compress the ulnar nerve. *J Shoulder Elb Surg Am Shoulder Elb Surg Al*. août 2009;18(4):627-31.
164. Dellon AL. Review of treatment results for ulnar nerve entrapment at the elbow. *J Hand Surg*. juill 1989;14(4):688-700.
165. Watts AC, Bain GI. Patient-rated outcome of ulnar nerve decompression: a comparison of endoscopic and open in situ decompression. *J Hand Surg*. oct 2009;34(8):1492-8.
166. Bacle G, Marteau E, Freslon M, Desmoineaux P, Saint-Cast Y, Lancigu R, et al. Cubital tunnel syndrome: comparative results of a multicenter study of 4 surgical techniques with a mean follow-up of 92 months. *Orthop Traumatol Surg Res OTSR*. juin 2014;100(4 Suppl):S205-208.
167. Soltani AM, Best MJ, Francis CS, Allan BJ, Panthaki ZJ. Trends in the surgical treatment of cubital tunnel syndrome: an analysis of the national survey of ambulatory surgery database. *J Hand Surg*. août 2013;38(8):1551-6.
168. Kraus A, Sinis N, Werdin F, Schaller H-E. [Is intraoperative luxation of the ulnar nerve a criterion for transposition?]. *Chir Z Für Alle Geb Oper Medizen*. févr 2010;81(2):143-7.

LE CHATELIER RIQUIER Morgane

Résultats cliniques des neurolyses du nerf ulnaire au coude par technique endoscopique.

198 pages, 42 figures, 34 tableaux

Thèse de médecine : Lyon 2016 ; n°

Résumé	
Introduction	
<p>La neuropathie compressive du nerf ulnaire au coude est le deuxième syndrome canalaire le plus fréquent au membre supérieur. Les enjeux fonctionnels et la fréquence de cette pathologie doivent faire rechercher une solution chirurgicale simple. Les techniques de libération endoscopique du nerf ulnaire au coude, à l'instar de celles développées pour le nerf médian au canal carpien, semblent répondre à cet objectif. L'objectif de ce travail de thèse était d'évaluer les résultats cliniques d'une technique de libération endoscopique du nerf ulnaire au coude.</p>	
Matériel et méthodes	
<p>Entre 2010 et 2013, 20 coudes chez 18 patients présentant un syndrome de compression du nerf ulnaire au coude d'origine primitive, de sévérité légère à modérée selon la classification de Mc Gowan, ont bénéficié d'une libération endoscopique du nerf ulnaire au coude selon la technique de Cobb. Les données opératoires et les complications ont été relevées rétrospectivement et les résultats cliniques au dernier recul ont été recueillis par un questionnaire téléphonique.</p>	
Résultats	
<p>Les résultats cliniques, appréciés selon le score de Bishop modifié, retrouvaient 95% d'excellents et bons résultats avec un recul moyen de 46 mois. Nous n'avons relevé aucune complication per ou post opératoire. L'approche endoscopique permettait une libération efficace sans récurrence ni échec au dernier recul et sans entraîner de risque supplémentaire.</p>	
Conclusion	
<p>La libération endoscopique du nerf ulnaire au coude semble être une technique fiable, efficace et reproductible. Ces résultats nous confortent dans l'idée de poursuivre l'utilisation de cette technique dans la pratique clinique quotidienne.</p>	
Mots clés	
Syndrome du tunnel ulnaire – nerf ulnaire – libération endoscopique – neurolyse in situ – neuropathie compressive	
Jury	
Président : Monsieur le Professeur Guillaume Herzberg	
Membres : Monsieur le Professeur Michel-Henri Fessy Monsieur le Professeur Franck Chotel Monsieur le Docteur Yadar Izem	
Date de soutenance :	21 octobre 2016
Adresse de l'auteur :	51 B Quai Joseph Gillet 69004 Lyon morganelechatelier@gmail.com