

**REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE
LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE**



UNIVERSITE BADJI MOKHTAR D'ANNABA

FACULTE DE MEDECINE

Département de Médecine



THESE DE DOCTORAT EN SCIENCES MEDICALES

Spécialité Chirurgie orthopédique

**Evaluation du traitement chirurgical mini invasif du
syndrome du canal carpien :
Endoscopie versus mini open knife light.**

Présentée par :

Docteur REMEL Soumaya épouse ALLAM

Maître assistante en Chirurgie orthopédique

Faculté de médecine d'Annaba.

JURY :

Professeur Bouzitouna Mahdjoub (Faculté de médecine de Constantine)	: Président
Professeur Bouaziz Mourad (Faculté de médecine d'Annaba)	: Directeur
Professeur Ayed Houria (Faculté de médecine d'Annaba)	: Membre
Professeur Yakoubi mustapha (faculte de medecine d' Alger)	: Membre
Professeur Mansour Abdelkrim (Faculté de médecine d'Annaba)	: Membre
Professeur Bensaada Mohamed Cherif (Faculté de médecine d'Annaba)	: Membre

Année universitaire 2025-2026

À l'orée de ce travail, je rends grâce à celles et ceux qui, par leur appui, leur patience et leur exigence, ont rendu possible cette traversée. Derrière l'unité d'une plume se devine la pluralité des rencontres qui l'ont guidée. Ces remerciements sont un hommage simple et sincère à tous ceux qui ont accompagné mon pas ; que leur bienveillance continue d'habiter ces pages.

Remerciements

Je tiens tout d'abord à exprimer ma profonde gratitude à Monsieur le Professeur **Mourad Bouaziz**, Chef de service de Neurochirurgie au CHU d'Annaba, directeur de cette thèse. Je le remercie tout particulièrement pour **l'impulsion initiale** qu'il a donnée à ce travail, pour m'avoir accompagné dans le choix du sujet et pour avoir soutenu, dès le départ, l'idée d'une recherche centrée sur le syndrome du canal carpien, à la fois pertinente sur le plan clinique et exigeante sur le plan scientifique.

Au-delà de son encadrement rigoureux, de sa disponibilité et de ses conseils éclairés, je salue son engagement à promouvoir une collaboration étroite entre la Neurochirurgie et l'Orthopédie, collaboration qui a constitué le socle de cette thèse. Cette approche transversale, fondée sur la complémentarité des compétences, a enrichi la réflexion, optimisé la prise en charge des patients et renforcé la qualité méthodologique du travail. Son exigence, son sens du détail et son esprit critique ont été déterminants dans l'aboutissement de cette thèse.

J'exprime avec ferveur ma profonde reconnaissance à **Monsieur le Professeur Mahdjoub Bouzitouna**, Professeur de Chirurgie Orthopédique et **Doyen de la Faculté de Médecine de Constantine**, qui m'a fait l'honneur d'accepter la **présidence du jury** de cette thèse.

Au-delà de cette distinction, je souhaite saluer **la qualité de son parcours et l'ampleur de ses contributions** à la chirurgie orthopédique en Algérie. Son engagement constant pour l'excellence des soins, la formation des générations de chirurgiens, ainsi que son rôle dans le rayonnement académique et clinique de la discipline constituent une référence. Je le remercie vivement pour l'attention portée à ce travail et pour la valeur scientifique et institutionnelle que sa présence confère à cette soutenance.

Ma sincère gratitude à **Madame le Professeur Ayad Houria**, **Cheffe de service de Rhumatologie au CHU d'Annaba**, pour l'honneur qu'elle me fait et pour l'attention portée à ce travail. Je salue un parcours remarquable, construit dans **l'abnégation**, le **sens du sacrifice** et la constance, ayant su ériger et faire vivre un service, tout en portant durant des années la mission d'enseignement avec une fidélité exemplaire.

Par son engagement et sa force de caractère, **elle représente pour moi un modèle inspirant et un exemple à suivre** tout au long de mon parcours académique.

Je tiens à adresser mes remerciements à **Monsieur le Professeur Mohamed Chérif Bensaada, Chef de service d'Orthopédie au CHU d'Annaba**, pour le cadre professionnel dans lequel cette thèse a pu être menée. Je le remercie également pour l'honneur qu'il me fait en acceptant de siéger en tant que **membre du jury**, ainsi que pour l'attention portée à l'évaluation de ce travail.

Je tiens à exprimer ma sincère reconnaissance à **Monsieur le Professeur Mansour, Professeur de Neurochirurgie au CHU d'Annaba**, pour l'honneur qu'il me fait en acceptant de siéger en tant que **membre du jury**.

Au-delà de son expertise, je souhaite souligner ses qualités humaines : **son humilité**, sa **gentillesse** et le **soutien moral** constant qu'il a su apporter. Qu'il trouve ici l'expression de ma gratitude la plus sincère.

Je tiens à adresser des remerciements tout particuliers à **Monsieur le Professeur Gharbi Mohamed, Professeur d'Épidémiologie au CHU d'Annaba**, pour la qualité de son accompagnement et la solidité de son expertise méthodologique, déterminantes pour la conduite et la structuration de ce travail. Je le remercie sincèrement pour sa disponibilité, la justesse de ses conseils et la rigueur scientifique qu'il a su m'inculquer à chaque étape.

Au-delà de l'apport académique, je garderai une reconnaissance profonde pour son **soutien constant**, empreint d'une bienveillance presque **paternelle**, qui m'a aidée à tenir dans les moments de doute. Sans lui, j'aurais probablement renoncé. Qu'il trouve ici l'expression de ma gratitude la plus respectueuse et la plus sincère.

Ma reconnaissance s'étend à **tout le personnel médical et paramédical du service de chirurgie orthopédique et de neurochirurgie du CHU d'Annaba**, avec une mention toute particulière pour :

-Le **Docteur Boutamine**, amie précieuse et complice, dont l'aide, le soutien et le partage de cette torture académique a renforcé nos liens déjà indéfectibles, ainsi que les autres membres du groupe de soutien quadra : **les docteurs Cheroili et Laabadlia** .

-Le **Professeur Amara korba** , frère et ami merci pour son soutien et sa bienveillance.

-Mes complices du bloc opératoire, les Docteurs **Tazir** et **Dafri** sans oublier docteur **Mesalhi** pour leur soutien dans les moments difficiles.

Je souhaite également remercier **l'ensemble de mes collègues enseignants**, dont le soutien, la bienveillance et les encouragements constants ont constitué pour moi un levier précieux de motivation tout au long de la réalisation de cette thèse. Leur confiance m'a permis d'avancer avec sérénité et conviction.

Dédicaces

À mes chers parents,

À mon père, qui m'a appris à rester **droite dans mes bottes**, à tenir ma parole, à avancer avec dignité et intégrité, quelles que soient les circonstances.

À ma mère, qui m'a transmis **l'empathie**, cette force silencieuse qui donne un sens à chaque geste et à chaque décision. C'est en la voyant exercer la médecine comme un véritable art, avec humanité et dévouement, que j'ai compris la beauté de cette vocation.

Si j'ai choisi la médecine, c'est d'abord **par amour pour vous** ; trouver l'équilibre entre ses propres aspirations et vos attentes n'as pas était facile car je me suis égaré à chercher la perfection pour lire la fierté dans vos yeux alors qu'il suffisait de persévérer pour l'atteindre. Cette thèse est le reflet de vos valeurs, de vos sacrifices et de tout ce que vous m'avez donné.

Avec tout mon amour et ma reconnaissance.

À mon époux,

Mon ami, mon pilier... et, accessoirement, mon sponsor.

Merci pour ta présence constante, ton soutien sans faille, ta patience et ta force tranquille, surtout lorsque la fatigue, le doute ou la pression prenaient trop de place. Tu as porté avec moi les contraintes de ce parcours, souvent dans l'ombre, toujours avec générosité.

Les mots ne peuvent suffire à exprimer ma reconnaissance, ni à mesurer tout ce que je te dois. Cette thèse est aussi un peu la tienne.

À mes petits frères,

À ce lien particulier qui nous unit, solide et évident, au-delà des mots. Merci d'avoir toujours été là : pour rendre service, pour arranger les choses, pour trouver des solutions, et surtout pour soutenir votre grande sœur, avec une présence discrète mais indispensable.

Votre générosité, votre loyauté et votre sens de la famille sont une vraie force pour moi. Je vous dédie ce travail avec tout mon amour.

À mes enfants **Neïla, Nazim** et **Sina**,

Vous êtes ma source de joie constante, ma plus belle motivation et mon énergie au quotidien.

Vos sourires donnent du sens à chaque effort, et votre amour rend tout possible.

A mon frere de cœur, **azzedine**, merci pour le soutien et cette aide precieuse .

Pour finir :

À ma belle-sœur **Inès**,

Merci pour ton aide précieuse et ta présence à chaque étape. Tu as su, avec générosité et efficacité, **m'aider à contourner les obstacles** et à alléger ce que je ne pouvais pas porter seule.

Sans toi, cela n'aurait tout simplement pas été possible.

Je t'en suis profondément reconnaissante.

Sommaire

I. Introduction	1
I. ETUDE THEORIQUE	1
I.1 Historique du syndrome du canal carpien et de sa prise en charge :	5
I.2 Epidemiologie	10
I.3 Rappel anatomique	16
I.4 Physiopathologie du syndrome du canal carpien	34
I.5 Présentation clinique	42
I.6 Diagnostic Différentiel du Syndrome du Canal Carpien	54
I.7 Traitement du syndrome du canal carpien	58
II. ETUDE PRATIQUE	5
II.1 Cadre de l'étude :	65
II.2 Méthode :	65
II.3 Matériels :	66
II.4 Conception de l'échantillon de l'étude :	66
II.5 Procédures chirurgicales:	67
II.6 Critères de jugement :	77
II.7 Collecte et analyse des données :	79
II.8 Conception de la fiche de collecte des données :	79
II.9 Logiciels et analyse des données :	79
II.10 Méthodes statistiques utilisées :	79
II.11 Implications Ethiques:	81
III. RESULTATS	82
III.1 Caractéristiques démographiques et cliniques de base de la population d'étude	82
1/Répartition de la population d'étude selon l'année d'inclusion	82
2/Incidence hospitalière des cas opérés par endoscopie et mini open du syndrome du canal carpien (SCC) par année au CHU de Annaba	82
4/Répartition selon l'origine d'orientation des patients recrutés	83
5/Répartition selon le statut d'activité professionnelle des patients recrutés	84
6/Répartition selon le sexe des patients recrutés	84
7/Répartition de la cohorte par classes d'âge et de sexe	85
8/Répartition selon les caractéristiques démographiques globale de la population d'étude (Endoscopique versus Mini-Open)	86
8/Répartition selon le profil de comorbidités par bras d'intervention :	87
III.2 Évaluation Préopératoire	88
1/ Répartition selon la durée des symptômes préopératoires (mois) à l'inclusion :	88
2/Répartition selon la fréquence des réveils nocturnes liés aux symptômes :	89

3/Intensité douloureuse initiale (EVA 0–10) à l'inclusion (n=72)	90
4/Répartition selon Prévalence des tests de provocation à l'inclusion	91
5/Répartition par bras de la force de préhension au dynamomètre (Jamar) en préopératoire :	91
6/ Répartition par bras de la force de la pince tri digitale : Three- jaw chuck Pinch test (jauge de JAMAR) en préopératoire	92
7/ Répartition selon l'examen de la sensibilité au test de discrimination à deux points (mm) préopératoire par bras.	92
9/ Caractéristiques initiales comparées par groupe (Endoscopie vs Mini-open; n=36/bras)	93
10/Distribution du score BCTQ–SSS (1–5) au baseline par technique (Endoscopie vs Mini-open)	94
11/Répartition selon le Score BCTQ–Functional Status (FSS :FSS1–FSS8) au baseline	95
12/Répartition selon le score Quick DASH (0–100) préopératoire : descriptif global et comparaison Endoscopie vs Mini-open (n=36/bras)	96
III.3 Données per opératoires	97
1/ Répartition selon la latéralité (main dominante & main opérée) selon la technique (Endoscopie vs Mini-open)	97
2/Comparaison selon la longueur de l'incision (mm) entre les groupes Endoscopique et Mini-Open	98
3/Comparaison du temps opératoire entre les techniques endoscopique et mini-open	98
4/Incidents peropératoires et conversions selon la technique :	100
III.4 Suivis post opératoire :	101
1/Tableau : Évolution de la douleur (EVA/VAS, 0–10) — comparaison Endoscopique vs Mini-open aux temps Préopératoire, J1, M1, M3 et M6 :	101
2/Tableau évolution des symptômes nocturnes à M1 — comparaison Endoscopique vs Mini-open (paresthésies et réveils nocturnes)	102
3/Suivi force de préhension en kg (dynamomètre de Jamar) : à 3 mois et à 6 mois	103
- Evolution globale de la Force de pince (Pinch test, kg) a M3 et M6 par bras (Endoscopique vs Mini-open)	104
-Evolution de la sensibilité par la discrimination à deux points (mm) a M1M3M6 :	105
-Evolution du score Symptom Severity Scale (BCTQ–SSS, 1–5) — comparaison Endoscopique vs Mini-open à M1, M3 et M6	106
-Comparaison de l'évolution du statut fonctionnel (FSS) entre les deux groupes de traitement (Endoscopique vs. Mini-Open) à Préop M1, m3 et 6 mois	107
- Evolution du score QuickDASH (0–100) à M1, M3 et M6 par bras :	108
Satisfaction Patient *(Échelle 1-5)* :LINKERT	109
Comparaison de la satisfaction des patients (M1, M3, M6) entre les techniques endoscopique et mini-open»	110
Douleur du pilier à M1, M3 ,M6	111
La Gêne cicatricielle	112
Le Retour aux activités de base (jours) :descriptif global et comparaison Endoscopique vs Mini-open	113
Retour aux tâches ménagères légères (jours) — descriptif global et comparaison Endoscopique vs Mini-open	114

IV.	Discussion	116
IV.1	Profil préopératoire global de la population étudiée :	116
IV.2	Profil préopératoire groupe endoscopique VS groupe mini-open :	122
IV.3	Paramètres d'efficacité :	145
IV.4	Limites et perspectives :	147
V.	Conclusion	149
VI.	REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	151
VII.	ANNEXES	176
VII.1	Fiche de collecte de données	178
	Fiche de Recueil de Données - Essai Clinique	178
VII.2	Questionnaires:	183
-	Questionnaire de boston :(122)	183
-	Questionnaire quick dash: (294)	185
VII.3	Echelle EVA/VAS:	186
VII.4	INSTRUMENTS DE MESURES :	187
VIII.	RESUME	
IX.	ABSTRACT	
ملخص		

GLOSSAIRE

AINS Anti inflammatoire non steroïdien

B2M β 2 micro globuline.

BCTQ boston carpal tunnel questionnaire

CAP Court abducteur du pouce.

DL Différence de latence.

ECTR libération endoscopique du tunnel carpien

ENMG Electro neuro myogramme.

EVA/VAS échelle visuelle analogique

GR Glucocorticoïde.

Hz Hertz.

IL6 Interleukine

LAAC Ligament antérieur annulaire du carpe

mA Milli Ampère.

MCID différence minimale cliniquement importante

MOCTR libération ouverte du tunnel carpien

ms Milli seconde.

OMS Organisation mondiale de la santé

PAMG Potentiel d'action musculaire globale.

PIB produit intérieur brut

RF retinaculum des flexisseurs

SCC Syndrome du canal carpien.

SSCT tissu conjonctif sous synoviale

SSF echelle de severite fonctionelle

SSS echelle de séverite des symptomes

TBM branche mortice du pouce

TNF Tumor necrosis factor.

VCN Vitesse de conduction motrice.

VCN Vitesse de conduction nerveuse.

VCS Vitesse de conduction sensitive.

I. Introduction

La prise en charge chirurgicale du syndrome du canal carpien (SCC) a connu une évolution progressive depuis la première libération du canal carpien attribuée à Learmonth en 1929, mais en réalité réalisée dès 1924 par les docteurs Herbert Galloway et Andrew Mackinnon à Winnipeg (Canada), chez un patient présentant une neuropathie post-traumatique (1). La chirurgie à ciel ouvert a ensuite été standardisée et popularisée par Phalen dans les années 1950 (2). Bien qu'efficace, cette approche demeure associée à des complications non négligeables, telles que douleurs résiduelles, cicatrices sensibles, reprise fonctionnelle plus lente, et plus rarement lésions nerveuses ou tendineuses (3). Ces limites ont favorisé, dès le début des années 1990, le développement de la libération endoscopique, dont l'intérêt principal réside dans la réduction de la cicatrice au talon de la main (zone d'appui essentielle) et dans la perspective d'une récupération plus rapide (4).

Par la suite, de nombreuses variantes mini-invasives ont été proposées. À ce jour, il est admis que les approches à ciel ouvert, mini-open, endoscopique et, plus récemment, percutanée échoguidée, présentent globalement des profils de sécurité et d'efficacité acceptables pour la section du rétinaculum des fléchisseurs (RF) (5). Dans notre contexte, la pratique au service de chirurgie orthopédique et de neurochirurgie du CHU d'Annaba repose classiquement sur la voie ouverte pour la décompression du canal carpien (6,7). L'émergence et la diffusion des techniques alternatives justifient néanmoins une évaluation comparative structurée, particulièrement en milieu hospitalier contraint sur le plan organisationnel et matériel.

Au cours des dernières décennies, les techniques mini-invasives ont suscité un intérêt croissant, notamment la libération mini-open utilisant le KnifeLight avec section rétrograde (8), ainsi que d'autres procédures plus récentes. Cependant, à ce jour, aucune technique endoscopique ou mini-invasive n'a formellement démontré sa supériorité sur la chirurgie à ciel ouvert en termes de résultats à distance (4). L'attrait observé pour ces techniques s'explique surtout par la recherche d'une récupération plus rapide, d'une morbidité cicatricielle réduite, et par des considérations d'organisation, de reproductibilité et de prise en main.

La prévalence élevée du SCC (9), son retentissement sur la qualité de vie et la productivité professionnelle, ainsi que la diversité des techniques disponibles, en font une situation clinique particulièrement pertinente pour analyser l'équilibre entre efficacité thérapeutique, maîtrise des coûts et optimisation des ressources hospitalières (10). Dans un contexte de contraintes

structurelles et organisationnelles, l'évaluation d'une stratégie chirurgicale ne peut se limiter à l'efficacité clinique ; elle doit également intégrer l'efficience, entendue comme la capacité à optimiser les résultats tout en tenant compte de la disponibilité limitée des ressources humaines et matérielles (11). L'Organisation mondiale de la Santé souligne que l'efficience, tout comme l'efficacité, constitue un principe essentiel de la performance des systèmes de santé, notamment dans les contextes à ressources limitées (12). C'est dans cette perspective que s'inscrit notre travail, visant à comparer la libération endoscopique et la chirurgie mini-open, deux modalités de décompression dont l'analyse croisée de l'efficacité et de l'efficience pourrait apporter des éléments utiles à l'amélioration de la prise en charge au sein de notre établissement.

Sur le plan technique, la libération endoscopique repose sur l'introduction d'un endoscope permettant la section du ligament annulaire antérieur sous contrôle visuel direct. Elle se distingue par l'apport de la vidéochirurgie et une précision théoriquement accrue, susceptible de réduire les lésions collatérales (13,14). La technique mini-open avec système KnifeLight repose sur une dissection guidée par transillumination sous-cutanée ; elle permet une incision réduite et une intervention rapide, sans visualisation endoscopique directe des structures profondes, constituant ainsi une approche intermédiaire entre ciel ouvert et endoscopie (15).

Le SCC illustre pleinement cette problématique. Il s'agit de la neuropathie périphérique la plus fréquente (16), résultant de la compression du nerf médian lors de sa traversée du canal carpien, entre les os du carpe et le ligament annulaire antérieur. Il représente une cause majeure de handicap fonctionnel et constitue l'une des interventions les plus pratiquées en chirurgie de la main, avec environ 130 000 interventions réalisées en France (17). Le traitement chirurgical vise la section élective du rétinaculum des fléchisseurs (RF) afin de décompresser le nerf médian. En France, selon le rapport de la Haute Autorité de Santé (2013), les indications opératoires sont consensuelles : échec du traitement médical, formes sévères sur le plan clinique (déficit sensitif et/ou moteur) et/ou électrophysiologique (18).

Sur le plan épidémiologique, le SCC touche majoritairement les femmes entre 40 et 60 ans et se manifeste par des paresthésies, des douleurs nocturnes et, dans les formes évoluées, une faiblesse musculaire pouvant conduire à une amyotrophie thénarienne (9). Il concerne plus fréquemment les personnes exposées à des mouvements répétitifs de la main et peut altérer significativement la qualité de vie et la capacité de travail. La prévalence mondiale varie selon les populations et les méthodes d'évaluation, oscillant entre 2,7 % et 14,4 % dans la population générale, avec des pics pouvant atteindre 10 % dans certaines professions manuelles ou postures

prolongées (19). L'impact fonctionnel et socio-économique est majeur dans les populations actives (20,21). Le SCC est décrit comme l'un des troubles musculosquelettiques des membres supérieurs les plus coûteux, avec des dépenses annuelles aux États-Unis dépassant deux milliards de dollars, principalement liées à la chirurgie, alors que le coût du traitement médical est inférieur. Dans ce contexte, il nous paraît justifié d'évaluer, dans notre milieu hospitalier, la performance de deux techniques mini-invasives utilisées pour traiter cette pathologie compressive.

Objectif principal

Comparer la chirurgie endoscopique et la chirurgie mini-open dans le traitement du syndrome du canal carpien, en analysant leurs résultats cliniques et leur profil de sécurité, ainsi que des indicateurs susceptibles de refléter leur efficience en pratique hospitalière.

Objectifs secondaires

1. Dresser le profil épidémiologique de la population hospitalière recrutée.
2. Fournir des recommandations basées sur les résultats de cette comparaison afin d'orienter les choix thérapeutiques futurs et d'optimiser les ressources du système de santé :
 - Déterminer la technique de référence présentant la meilleure résilience logistique, assurant la continuité des soins malgré les aléas ;
 - Formaliser une stratégie de conversion afin de préserver la sécurité et le temps opératoire ;
 - Identifier les cas endoscopiques nécessitant une programmation dédiée.

I. ETUDE THEORIQUE

I.1 Historique du syndrome du canal carpien et de sa prise en charge :

Dans le Canon de la médecine, Avicenne décrit l'anatomie du canal carpien et celle du nerf médian, ainsi que des symptômes tels que douleur, paresthésie, hypoesthésie, engourdissement et fourmillements, qui correspondent aux manifestations du SCC moderne sans le nommé car la terminologie actuelle est apparue bien plus tard. Il utilise les termes « **vaja al-asab** » (douleur d'origine nerveuse) et « **khadar** » (troubles sensitifs) pour désigner ces affections ce qu' il décrit est attribué à une mono neuropathie compressive(1).

Il attribue ces troubles à la compression nerveuse, mais aussi à des causes non physiques comme le déséquilibre des humeurs, l'altération du tempérament nerveux (Mizaj), la nutrition, l'état mental, le sommeil, le climat, l'activité physique et l'élimination des déchets corporels.

Le Canon propose des mesures de prévention basées sur l'hygiène de vie (six facteurs fondamentaux) et dix prescriptions utilisant 85 produits naturels, dont certains ne sont plus utilisés aujourd'hui pour le SCC. Ces recommandations témoignent d'une approche **holistique** et précoce de la prise en charge (1)



Figure 1 IBN SINA (2) ,



Figure 2 CANON OF MEDECINE:An open ancient manuscript page from Ibn Sina's Canon of Medicine (Al-Qanun fi al-Tibb) with detailed Arabic script and marginal sit web1001inventions.com(3)

En 1880, James Putnam, un neurologue affilié au Massachusetts General Hospital de Boston, a documenté « un engourdissement récurrent qui se manifeste périodiquement, principalement pendant la nuit ou très tôt le matin, et qui touche une ou les deux mains , Dans certains cas, le simple fait de laisser pendre son bras sur le lit ou de le secouer pendant un bref intervalle

suffisait à atténuer l'engourdissement ; dans d'autres cas, un tel soulagement ne pouvait être obtenu que par une friction prolongée et l'engagement des mains dans les activités habituelles. » Avec le recul, son examen de 37 patientes, âgées en moyenne de 35 ans, a très probablement révélé un diagnostic de syndrome du canal carpien. Néanmoins, Putnam, faisant référence aux découvertes antérieures de Raynaud et Vulpion, a attribué les troubles sensoriels associés à des modifications de la circulation sanguine des doigts(4).

En 1854, Paget a décrit un patient qui avait développé une douleur et une altération des sensations dans la main à la suite d'un traumatisme au poignet, en particulier à cause d'un cordon serré autour de son poignet. Ce cas a marqué les premières caractéristiques cliniques enregistrées du SCC(5),

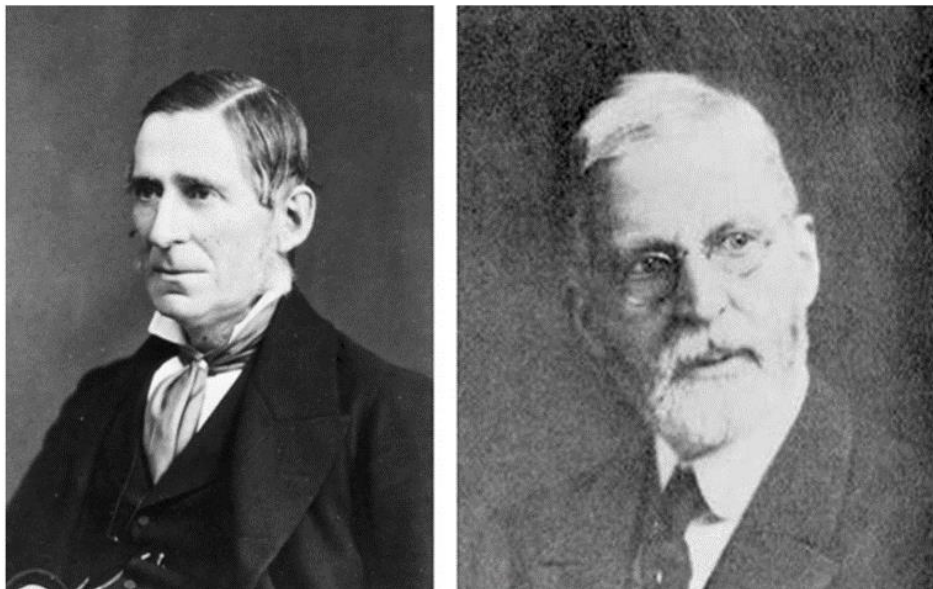


Figure 3 SIR JAMES PAGET/JAMES J PUTNAM

De gauche à droite : Sir James Paget, James J Putnam(6),

Outre les travaux de Paget, Marie et Foix ont rapporté en 1913 l'examen post mortem d'un patient présentant une atrophie bilatérale des muscles thénariens. Ils ont identifié des névromes dans les nerfs médians au niveau du poignet et ont suggéré que la décompression chirurgicale du nerf médian en coupant le ligament transverse du carpe pourrait soulager les symptômes. Ce fut une étape importante dans la reconnaissance de la compression du nerf médian en tant qu'entité clinique distincte, mais désignés sous des termes varies comme « acroparesthésie » ou « syndrome d'atrophie partielle du théнар » (7)



Figure 4 MARIE ET FOIX

En 1909, Hunt de l'Université de Columbia a attribué l'apparition de l'atrophie du thénar à la compression de la branche motrice du nerf médian dans les limites du canal carpien. Il a identifié le travail excessif comme cause sous-jacente et a proposé une transition vers un emploi moins pénible, en plus de recommander l'application de la stimulation galvanique comme mesure thérapeutique(4).

En 1938, le terme "syndrome du canal carpien" (SCC) a été inventé par Moersch (8). Cependant, ce n'est qu'après une série d'articles rédigés par George Phalen à partir de 1950 que l'affection a été popularisée, avant cette période la pathologie était souvent confondue avec des neuropathies post-traumatiques ou des compressions du plexus brachial (5,6)

Le terme « syndrome du canal carpien » apparaît pour la première fois dans la littérature en 1953 (7,9,10), Les travaux de Cannon et Love en 1946, ceux de Brain (1946-1947) et de Phalen (années 1950-1960) ont été déterminants pour établir le SCC comme une entité clinique distincte, en démontrant l'origine compressive des symptômes et l'efficacité de la libération chirurgicale du ligament transverse(9,11–13), sa compréhension comme tunnel non extensible a permis d'expliquer la vulnérabilité du nerf médian à la compression(8,14,15).



George Smith Phalen (1911-1998)



Phalen's test(13)

Figure 5 : PHALEN ET TEST DE PHALEN

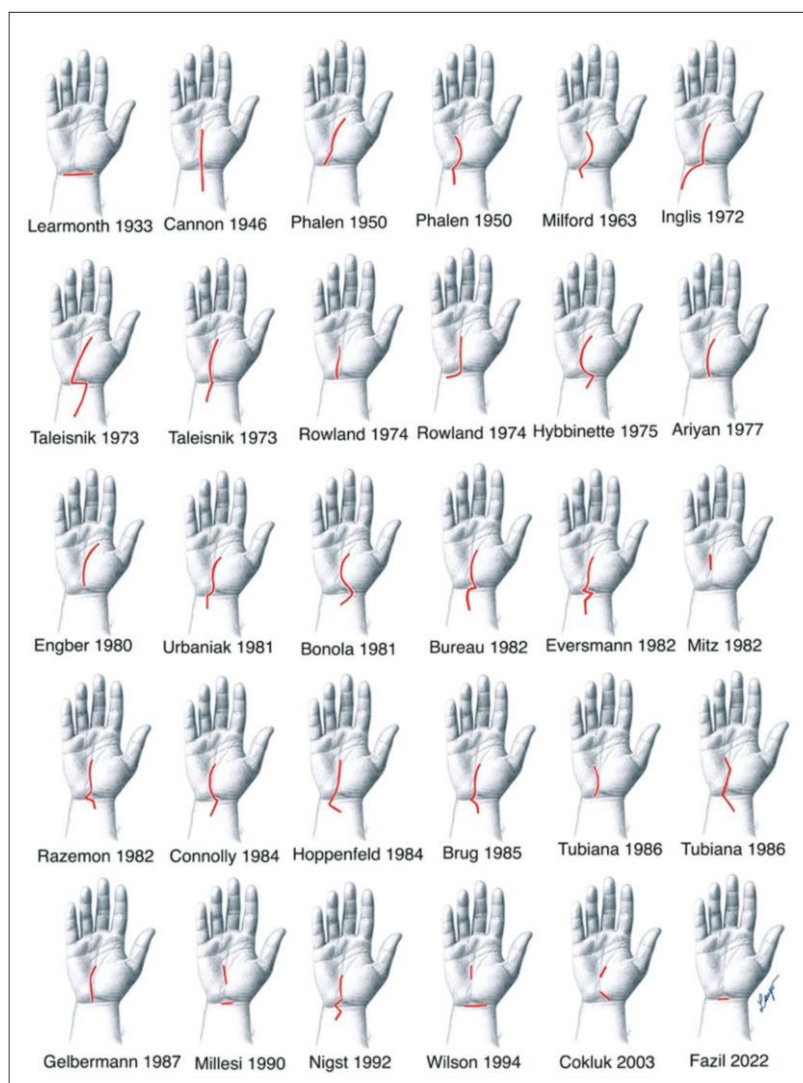
Le milieu du 20e siècle a marqué un tournant avec les nombreux travaux de vulgarisation du traitement chirurgical de Phalen, qui restent la pierre angulaire de la gestion (5,13) La pertinence sociale et professionnelle du syndrome s'est accrue avec la reconnaissance croissante des activités répétitives du poignet comme des facteurs de risque, ce qui a contribué à son incidence croissante et à des coûts de santé importants.

Les tests de Tinel et Phalen, introduits dans les années 1950-1960, ont permis de standardiser l'approche clinique, mais la localisation précise de la compression restait difficile (4,10).

À partir des années 1980, les études de conduction nerveuse (NCS/EMG) sont devenues la référence pour confirmer le diagnostic, permettant de quantifier la sévérité et d'exclure d'autres pathologies (16,17). Leur sensibilité et spécificité élevées (>85% et >95%) ont permis d'objectiver le diagnostic, bien que des limites persistent(18,19).

Depuis les années 2000, l'échographie haute résolution s'est imposée comme un outil non-invasif, rapide et économique, capable de visualiser l'élargissement du nerf médian, l'épaississement du rétinaculum et l'œdème péri-tendineux(20,21) L'élastographie et le Doppler ajoutent des informations sur la rigidité et la vascularisation du nerf(22).

Pour la libération canalaire du (SCC), c'est l'une des interventions les plus pratiquées en chirurgie de la main. Les premiers cas documentés utilisaient la technique ouverte classique, qui reste la référence, mais de nombreuses évolutions techniques ont vu le jour au fil des décennies, Les approches mini-invasives, endoscopiques et percutanées sous échographie ont été développées pour réduire la morbidité, accélérer la récupération et améliorer le confort du patient(23,24) .



Vue d'ensemble des incisions pour la libération du canal carpien conçues au fil du temps.(25)

Figure 6 : Histoire des incisions pour la libération du canal carpien

Les études récentes montrent que ces nouvelles techniques sont au moins aussi efficaces que la chirurgie ouverte, avec des taux de complications similaires ou moindres, et un retour au travail plus rapide(23)

I.2 Epidemiologie

L'épidémiologie du Le syndrome du canal carpien (SCC) présente des variations importantes selon les populations étudiées, les méthodes diagnostiques utilisées et les facteurs géographiques et professionnels, elle affecte significativement la qualité de vie des individus et représente un coût médical dépassant 2 milliards de dollars annuellement aux États-Unis uniquement (26) .

Cette complexité épidémiologique nécessite une approche systématique pour comprendre la distribution, les facteurs de risque et l'évolution temporelle de cette pathologie.(27)

- Prévalence Globale du Syndrome du Canal Carpien

Les études récentes révèlent une prévalence globale du SCC remarquablement élevée. Selon la méta-analyse de Gebrye et al. (2024) portant sur 31 études et incluant 5 311 785 individus de 15 pays différents, **la prévalence globale s'établit à 14,4%** (IC 95% : 6,7-28,2%) (28).

Parallèlement, l'analyse de Said et al. (2025) sur 12 749 participants issus de 11 études révèle une prévalence poolée de 33,8% avec une prévalence méta-analytique de 21,65%. Cette variation importante s'explique par les différences dans :

- Les critères diagnostiques utilisés
- Les populations étudiées
- Les méthodes d'investigation
- Le niveau de développement économique des pays
- Variations Géographiques
- Prévalence par Continent

L'analyse géographique révèle des disparités importantes :(28)

- Etudes internationales : Une méta-analyse récente regroupant plus de 5 millions de personnes dans 15 pays estime la prévalence globale du syndrome du canal carpien (SCC) à 14,4 % (IC 95 % : 6,7–28,2 %) (28)
- Études européennes : En Suède, une étude sur 2 466 adultes rapporte une prévalence de symptômes évocateurs de SCC à 14,4 %, mais la prévalence confirmée cliniquement et

électro-physiologiquement est de 2,7 % à 4,9 % (26) . Aux Pays-Bas, la prévalence chez les femmes adultes est de 5,8 % et chez les hommes de 0,6 % (29).

- États-Unis : Les estimations varient de 1,55 % (auto-déclaré) à 3,7 % (diagnostic clinique)(30) . Une méta-analyse sur des populations actives rapporte une prévalence de 7,1 % (IC 95 % : 4,6–11 %) (26).

Aucune des études identifiées ne fournit de taux de prévalence du SCC pour l'Afrique du Nord. Les recherches disponibles portent sur des populations togolaises, où le SCC est décrit comme fréquent, mais sans extrapolation directe à l'Afrique du Nord (31,32). Les études soulignent l'absence de données épidémiologiques robustes pour le Maghreb.

- Autres pays : En Iran, la prévalence varie de 1,8 % à 64,6 % selon les groupes étudiés, avec une estimation globale de 17,5 % (33) .

Une différence notable existe entre les pays selon leur niveau de développement économique (28) :

- Pays à revenus élevés : 16,9% (IC 95% : 6,7-36,6%)
- Pays à revenus faibles et moyens : 11,4% (IC 95% : 4,8-24,7%)

Cette disparité peut refléter des différences dans l'accès aux soins, les méthodes diagnostiques disponibles, et les types d'activités professionnelles prédominantes.

Selon Padua et al. (2023), la prévalence dans la population générale varie de 1-5% selon les critères électrophysiologiques utilisés, avec une estimation de 10% de prévalence au cours de la vie (14).

Chez les patients hémodialysés, la prévalence du SCC atteint 15,6%, particulièrement chez ceux avec une durée de dialyse prolongée(34,35) .Chez les patients atteints d'amylose à transthyrétine, la prévalence historique du SCC est de 56 à 60% (36) . Chez les athlètes en situation de handicap, la prévalence clinique est de 8%(37)

Les travailleurs exposés montrent des prévalences nettement supérieures(38) :

- Personnel dentaire : 15% (méta-analyse de 37 études sur 17 152 professionnels)
 - Dentistes : 20%
 - Auxiliaires dentaires : 10%

- Sages-femmes : Analyse ergonomique de 18 sages-femmes dans une maternité algérienne : nuque inclinée 73 % du temps observé, main/poignet en contrainte 48,6 %, épaule en tension 86 %; contabilisant **11 troubles musculo squelettiques du poignet/main** avec (10 cervicalgies et un cas de SCC confirmé) (39).
- Travailleurs industriels : 12% de troubles musculo-squelettiques du membre supérieur dont 2,8 % de syndrome du canal carpien (40).

- Incidence du Syndrome du Canal Carpien

L'analyse poolée de Dale et al. (2013), incluant 3 515 travailleurs américains suivis prospectivement dans six études, révèle(26) :

Incidence globale : 2,3 cas pour 100 personnes-années (IC 95% : 2,0-2,7)

Variation selon les études : 0,7 à 5,6 cas pour 100 personnes-années

Nombre total de cas incidents : 204 cas sur 8 833 personnes-années de suivi 2.3 Facteurs Influençant l'Incidence

L'incidence varie selon différents facteurs (26) :

- Type d'activité professionnelle : Les emplois nécessitant des activités manuelles intensives montrent des taux plus élevés
- Méthodes de surveillance : La surveillance active détecte plus de cas que la surveillance passive
- Critères diagnostiques : Les définitions incluant les symptômes et les tests électrophysiologiques sont plus spécifiques

- Facteurs de Risque :

Sexe et Genre

Les données convergent vers une prédominance féminine claire :

Prévalence chez les femmes : 10,0% (IC 95% : 8,7-11,3%) vs 5,8% (IC 95% : 4,8-6,8%) chez les hommes(26)

Odds Ratio femmes vs hommes : 1,56 (IC 95% : 1,38-1,75)(27)

Facteurs Explicatifs

1. Facteurs anatomiques : Différences dans la taille du canal carpien
2. Facteurs hormonaux : Grossesse (prévalence de 23%), ménopause, contraception orale (14)
3. Facteurs professionnels : Concentration dans certains secteurs à risque
4. Facteurs physiologiques : Différences dans la réponse aux contraintes mécaniques

Âge

L'analyse poolée de Dale et al révèle une augmentation progressive avec l'âge avec une augmentation de la prévalence par groupe d'âge croissant (< 30 ans=3,7%, 30-39 ans=6,4%, 40-49 ans=10,7% et enfin 11,9% chez les ≥ 50 ans)(26) et selon Padua et al un Pic principal de Prévalence entre: 50-54 ans et pic secondaire entre : 75-84 ans (14).

L'augmentation avec l'âge s'explique par l'accumulation des expositions professionnelles, les changements dégénératifs des structures péri-articulaires et l'augmentation des comorbidités associées(14).

Facteurs Socio-économiques

Le niveau d'Éducation et Statut Professionnel pour lequel l'étude de Ghomari et al. montre une relation inverse entre qualification professionnelle et prévalence(40) avec :

- Une prévalence la plus élevée chez les Ouvriers non qualifiés
- Une prévalence plus faible chez les cadres et techniciens

Les Facteurs professionnels majeurs :

Dans la répétitivité des mouvements : Les tâches impliquant des mouvements répétitifs des mains et des poignets, surtout avec des cycles courts (< 10 secondes), augmentent fortement le risque de syndrome du canal carpien (SCC) (41,42) citons ainsi les travailleurs dans l'industrie agroalimentaire, abattoirs, électronique, textile .

La Force manuelle : L'utilisation d'une force importante (> 1 kg) lors de la préhension ou de la manipulation d'objets est un facteur de risque significatif, surtout lorsqu'elle est combinée à la répétitivité(42,43).

Les Postures contraignantes : Le travail avec le poignet en flexion ou extension prolongée, ou dans des positions non ergonomiques, favorise la survenue du SCC(39,42) citons quelques metiers : tels les ouvriers, coiffeurs, opérateurs de saisie.

Les Vibrations : L'exposition aux vibrations, notamment via l'utilisation d'outils vibrants (tronçonneuses, machines industrielles), est associée à un risque accru (42,44).

La Durée et l'organisation du travail : Un temps de travail prolongé sans pauses, l'absence de rotation des tâches et une longue ancienneté dans des postes à risque augmentent la probabilité de SCC (42).

Facteurs de Risque Médicaux

Conditions Métaboliques

L'Obésité avec un IMC > 25 kg/m² et Odds Ratio : 2,11-2,22 selon les études(27) relevant d'un mécanisme par compression du canal carpien par l'adiposité

Le Diabète avec un odds Ratio : 1,84 (IC 95% : 1,56-2,17)(27), dont la physiopathologie est due a des changements microvasculaires et effets neuropathiques

Avec une prévalence estimée chez les diabétiques : se situe généralement entre 14 % et 30 %, alors qu'elle se situe entre 2 % et 7 % dans la population générale (45,46)

Conditions Hormonales

La Grossesse : avec une prévalence de 23% selon Padua et al.

La Ménopause et ce par un mécanisme de rétention hydrique liée aux changements hormonaux (14)

L'hypothyroïdie qui augmente la prévalence avec des taux variant de 16 à 36 % (47,48),elle favorise la survenue du SCC par l'accumulation de substances muco-polysaccharidiques (glycosaminoglycanes) dans les tissus mous du canal carpien, provoquant un œdème et une compression du nerf médian. L'augmentation du BMI, fréquente en hypothyroïdie, accentue ce risque (48).

Facteurs Comportementaux :

Le Tabagisme : Les études transversales trouvent une association entre tabagisme et SCC

(OR $\approx$ 1,5 à 2)(27,49), mais les études cas-témoins et de cohorte ne montrent pas d'association significative. Les associations observées dans les études transversales pourraient être dues à des biais ou des facteurs de confusion.

La Consommation d'Alcool : la prévalence est de 34,5% chez les consommateurs vs 20,8% chez les non-consommateur (27).

Maladies Rares et Syndrome du Canal Carpien

L'Amylose à Transthyrétine : à suspecter devant une présentation clinique

D'un SCC bilatéral : Souvent premier signe, précédant les manifestations cardiaques de plusieurs années chez des Hommes sans facteurs de risque professionnels ou médicaux avec pour signe d'alarme : Une récurrence après chirurgie de libération.

L'Importance Diagnostique réside dans la disponibilité de thérapies modificatrices de la maladie (inotersen, patisiran)(14).

La Mucopolysaccharidoses : Chez l'Enfant due à la Mucopolysaccharidoses de type 1 ;Le SCC est Parfois le seul signe initial, l'importance du diagnostic réside dans l'Indication précoce de thérapie enzymatique substitutif

L'Acromégalie : le diagnostic de SCC précède souvent celui d'acromégalie avec une prévalence de 19-64% chez les patients acromégales(14,47)

I.3 Rappel anatomique

Le syndrome du canal carpien (SCC) représente la neuropathie de compression la plus fréquente, affectant environ 4% de la population générale (50) alors que la dernière méta-analyse en date fait état d'une prévalence globale combinée de 33,8 % et d'une prévalence méta-analytique de 21,65 % (27). Cette condition résulte de la compression du nerf médian dans l'espace restreint du canal carpien, un tunnel fibro-osseux délimité par les os du carpe et le ligament transverse du carpe (LTC) (51).

La libération du canal carpien par section du ligament annulaire antérieur du carpe, qu'elle soit réalisée par voie ouverte (OCTR) classique, mini open ou endoscopique, constitue le traitement de référence pour les cas réfractaires au traitement conservateur (52). Cependant, une connaissance approfondie de l'anatomie du canal carpien et de ses nombreuses variations est essentielle pour minimiser les complications chirurgicales (53).

- Structure Générale

Le canal carpien est un tunnel ostéo-fibreux situé à la face palmaire du poignet. Il est délimité par (54) :

Les Parois latérales : les os du carpe (scaphoïde, trapèze, pisiforme, hamatum)

La Paroi palmaire : le ligament transverse du carpe (rétinaculum des fléchisseurs)

Il contient : le nerf médian et neuf tendons fléchisseur (55) (figure).

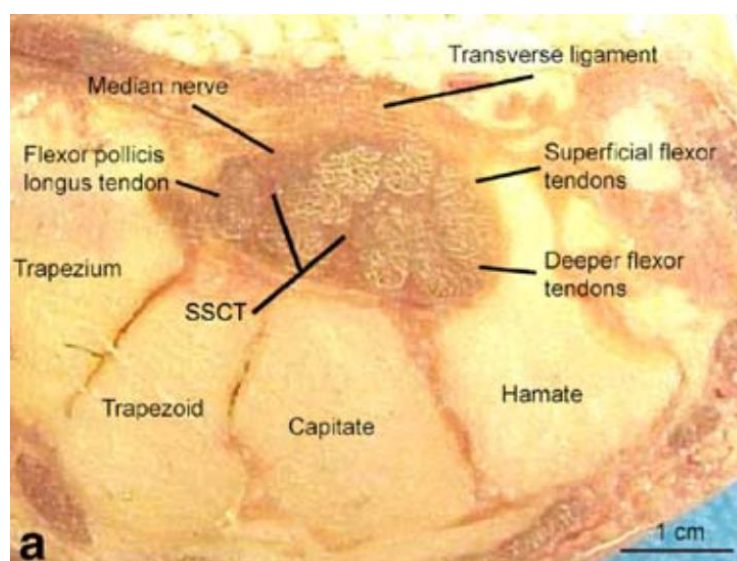


Figure 7 : Coupe anatomique par le canal carpien

- Le Ligament Transverse du Carpe

Le rétinaculum des fléchisseurs se divise anatomiquement en trois portions (56) :

1. **Portion proximale** : continuation de l'aponévrose antébrachiale
2. **Portion moyenne** : le ligament transverse du carpe proprement dit
3. **Portion distale** : insertion dans l'aponévrose palmaire

Les dimensions moyennes du LTC varient selon les études :

- **Longueur centrale** : $12,1 \pm 2,5$ mm (57)
- **Largeur proximale** : $35,2 \pm 3,2$ mm (57)
- **Largeur distale** : $25,7 \pm 2,1$ mm (57)

Le ligament transverse du carpe TCL est une structure inextensible comportant deux couches (58):

Une couche superficielle formée par le tendon du muscle long palmaire et des fibres obliques latérales et médiales. Les fibres latérales sont issues du processus styloïde du radius et de la base des deux premiers os métacarpiens ; dirigées médialement. Elles se divisent pour circonscrire le canal du tendon du muscle fléchisseur radial du carpe. Elles se terminent dans l'insertion du muscle court abducteur du pouce. Les fibres médiales sont issues du tendon du muscle fléchisseur ulnaire du carpe ; obliques en bas et en dehors, elles s'épanouissent en éventail dans les insertions des muscles thénariens et l'aponévrose palmaire moyenne. Elles descendent obliquement en dehors et en arrière du long palmaire puis s'incurvent vers le haut pour engainer le tendon du fléchisseur radial du carpe

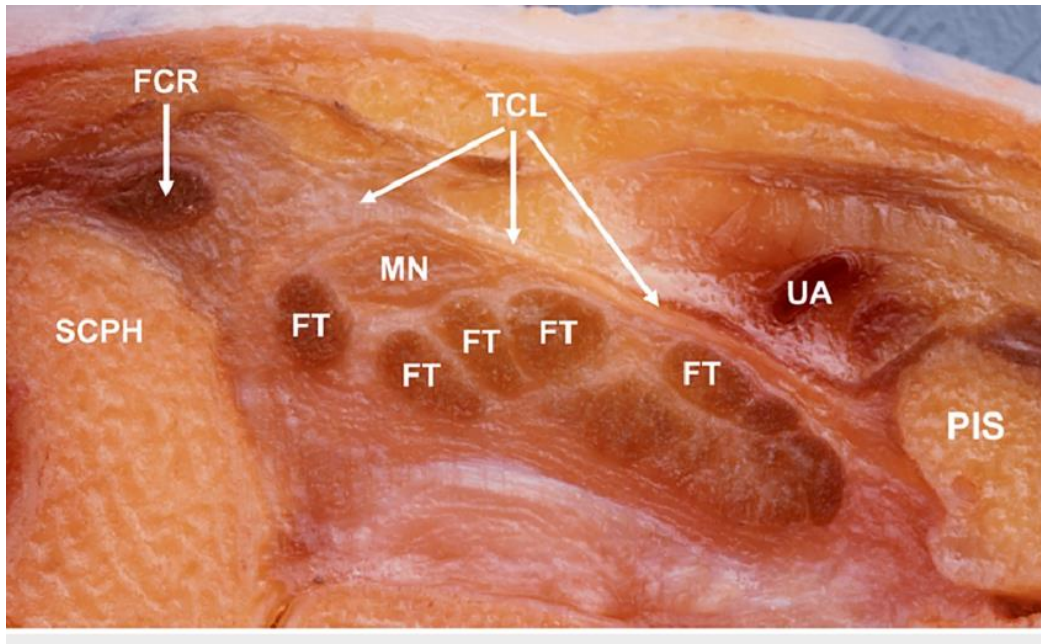
Une couche profonde constituée de fibres transverses : Elle s'étend d'une berge à l'autre de la gouttière, formée latéralement par les tubercules du scaphoïde et du trapèze, et médialement par le pisiforme et l'hamulus de l'hamatum.

Le segment proximal du canal en regard du pisiforme est plus large avec un TCL fin et relâché, le distale en regard du trapèze est plus étroit avec un ligament épais et tendu.

Le bord supérieur du TCL est en regard du pli de flexion du poignet en regard de l'interligne radio carpienne et du bord supérieur du scaphoïde et du pisiforme

Le bord inférieur du TCL se prolonge avec la partie centrale de l'aponévrose palmaire. il existe un repère anatomique important en chirurgie du canal carpien : la visualisation d'un triangle graisseux

(fat drope sign) qui croise le bord inférieur du TCL et l'axe de l'annulaire et permet alors de repérer la branche cutanée palmaire du nerf médian (**BCPNM**) toujours en dehors de cette ligne et qui peut être lésée en chirurgie mini invasive par une approche palmaire (59).



Coupe transversale anatomique d'un échantillon cadavérique non embaumé, montrant la région du canal carpien proximal, définie par les os scaphoïde (SCPH) et pisiforme (PIS). Le ligament transverse du carpe (LTC) s'étend entre le scaphoïde et le pisiforme, formant le toit du canal carpien proximal. À l'intérieur du tunnel se trouvent le nerf médian (MN) et neuf tendons fléchisseurs (60)

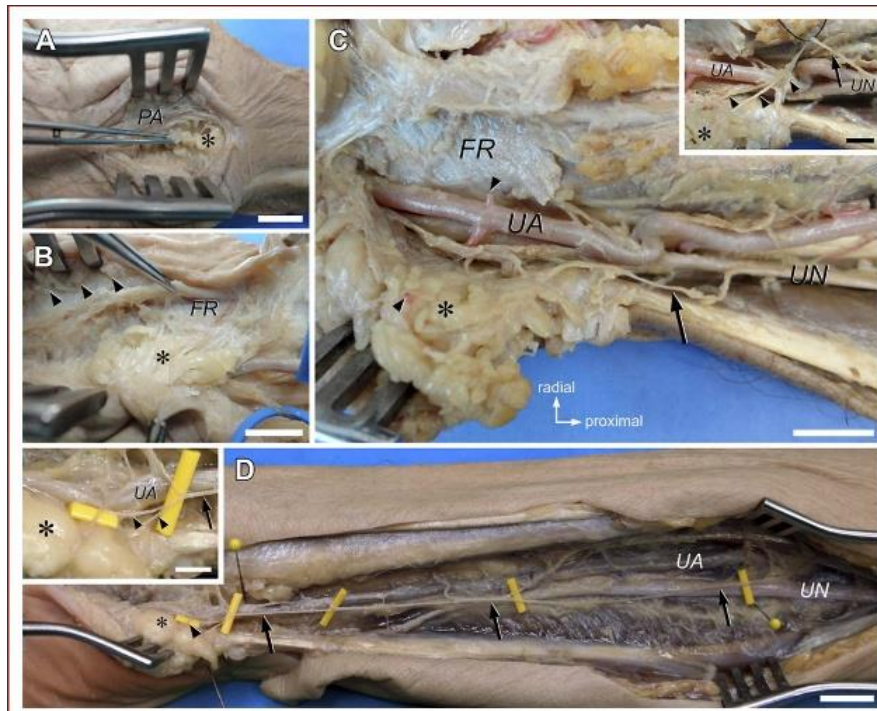
Figure 8 : Coupe anatomique du contenu du canal carpien

- Le Tissu Adipeux Supra-Rétinaculaire

Une structure anatomique récemment décrite est le tissu adipeux supra-rétinaculaire (SRF), qui représente l'extension radiale du tissu adipeux hypothénarien (61). Ce tissu présente une innervation sensorielle riche provenant exclusivement du nerf ulnaire et contient des corpuscules de Pacini, suggérant un rôle dans la perception vibratoire(61)(figure 9).

Lors d'une reprise chirurgicale pour un STC récurrent, le coussinet adipeux hypothénarien est parfois utilisé en complément de la neurolyse pour prévenir la réadhesion et la cicatrisation

périneurale du nerf médian. Une fois mobilisé, le coussinet adipeux est interposé entre le nerf médian et la paroi radiale du canal carpien et fixé profondément au feuillet radial du retinaculum des flechisseurs (61) .



Dissection microanatomique de la graisse suprarétinaculaire exposée lors de la libération ouverte du canal carpien. A et B : (vue palmaire), montrant la topographie du coussinet adipeux après ouverture de la peau palmaire (orientation indiquée dans le panneau C) Le coussinet adipeux (astérisque) apparaît comme une structure distincte située entre le PA et le FR et se distingue de la graisse sous-cutanée (B), pointes de flèches) par sa couleur jaune et son aspect lobulé. Barres d'échelle = 10 mm. C et D , photographies de membres supérieurs gauches cadavériques au niveau du poignet et de l'avant-bras (distal) (vues palmaires), montrant l'apport neurovasculaire du coussinet adipeux hypothénar. Les images sont montrées de gauche à droite pour faciliter la comparaison avec les panneaux A et B.(61)

Figure 9 : Coussinet adipeux hypothénarien

- **Anatomie du nerf médian au poignet :**

A l'approche du poignet le nerf médian se dégage latéralement du fléchisseur superficiel des doigts et devient superficiel.

Il s'engage alors dans le canal carpien sous le RF au-dessus du tendon du fléchisseur superficiel des doigts

Le nerf médian pénètre en regard d'une ligne passant au milieu du tunnel ou sur le versant radiale de cette ligne (62) . Au-dessus du TCL, le NM donne une branche cutanée palmaire du nerf médian (CPB) qui passe entre les tendons des M long palmaire et fléchisseur radial du carpe (FRC) puis descend à la face superficielle du TLC sur le bord radial du Long palmaire.

Dans le tunnel carpien il est en regard des tendons fléchisseurs du 2° et 3e rayon.

A la sortie du canal carpien il se divise en deux branches (80% des cas) :

- branche médiale qui donne les nerfs digitaux palmaires commun pour l'innervation motrice du Muscle 2° lombrical et la sensibilité de la face palmaire et de la partie distale. de la face dorsale de la moitié ulnaire de l'index, du médius et de l'annulaire

-La branche latérale qui donne le nerf digital propre pour le muscle 1er lombrical et la sensibilité cutanée de la face palmaire et de la partie distale de la face dorsale du pouce et de la moitié radiale de l'index. (tableau)

Nerf	Origine	Trajet	Distribution
Nerf median	Naît par deux racines, l'une du faisceau latéral (C6 et C7) et l'autre du faisceau médial (C8-T1) du plexus brachial	Devient superficiel au-dessus du poignet dans le canal carpien situé à face profonde du TCL et se termine dans la loge centrale de la paume de la main	Muscles thénariens (à l'exception du m. adducteur du pouce et du chef profond du court fléchisseur du pouce) ; m. lombricaux latéraux (2 et 3e rayon), sensibilité cutanée de la face palmaire et de la partie distale de la face dorsale des 3 premiers doigts, de la moitié latérale du 4e doigt et de la partie adjacente de la paume.
Branche motrice du pouce	Se détache du NM dès que celui-ci a franchi le canal carpien	S'incurve autour du bord distal du rétinaculum des MM fléchisseurs pour pénétrer dans la loge thénarienne	Muscles court abducteur du pouce, opposant du pouce, chef superficiel du court fléchisseur du pouce
Branche latérale du nerf médian	Division latérale du NM lorsqu'il pénètre dans la paume de la main	Chemine latéralement vers la face palmaire du pouce et le bord radial de l'index	M. 1er lombrical, sensibilité cutanée de la face palmaire et de la partie distale de la face dorsale du pouce et de la moitié radiale de l'index.
Branche médiale du nerf médian	Division médiale du NM lorsqu'il pénètre dans la paume de la main	Chemine du côté médial en direction des faces adjacentes de l'index, du médus et de l'annulaire	M. 2e lombrical, sensibilité de la face palmaire et de la partie distale de la face dorsale de la moitié ulnaire de l'index, du médus et de l'annulaire
Branche cutanée palmaire du nerf median	Se détache du NM au dessus du TCL	Passe entre les tendons des M long palmaire et fléchisseur radial du carpe (FRC) puis descend à la face superficielle TLC sur le bord radial du Long palmaire	Peau de la partie centrale de la main

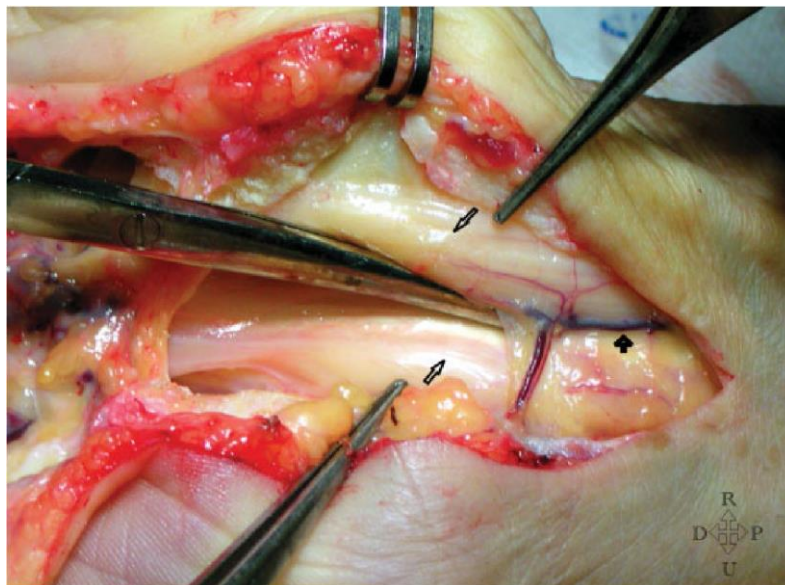
- **Variations Anatomiques du Nerf Médian et de ses branches dans le canal carpien :**

On distingue trois types de terminaison du NM :

Le type I : se divise en deux troncs égaux (80%) avec un tronc latéral pour le nerf digital du pouce, le nerf digital commun du premier espace interosseux et du tronc médial avec les nerfs digitaux communs du deuxième et troisième espace.

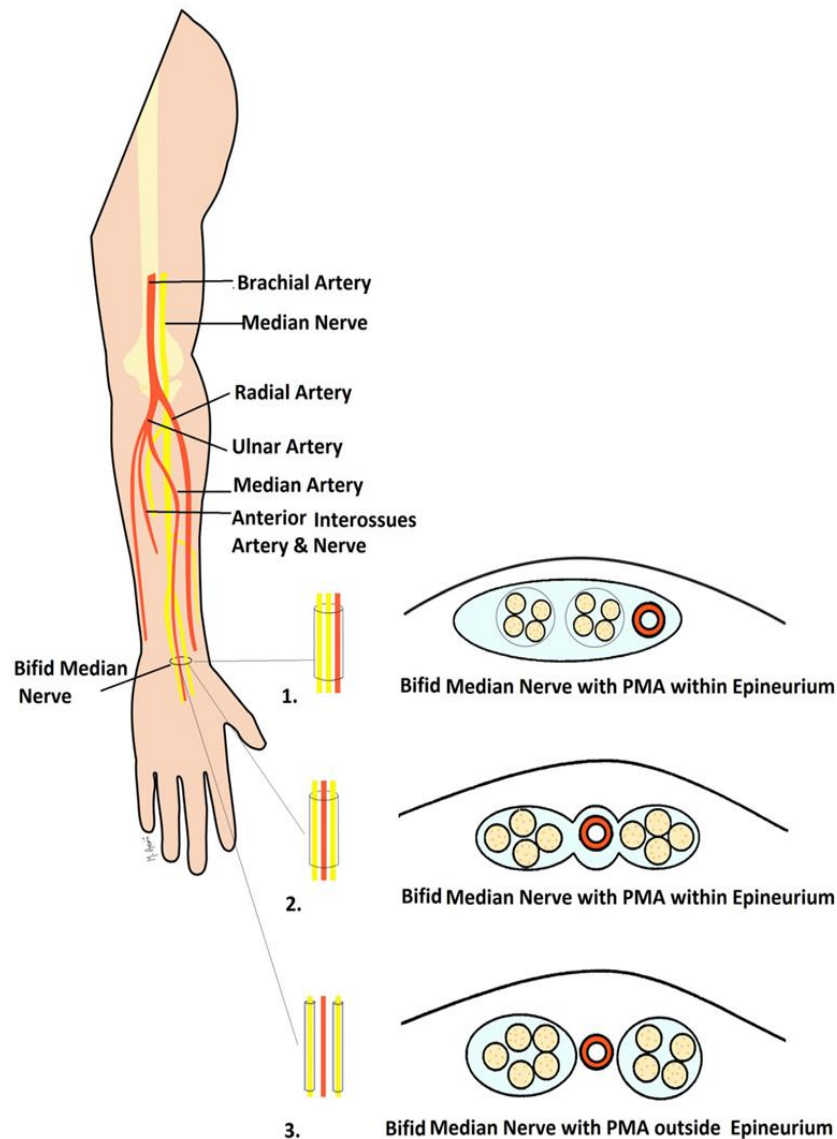
Le type II : avec une division en deux troncs inégaux (12%), l'un latéral avec le nerf digital propre latéral du pouce et les nerfs digitaux communs du premier et du deuxième espace, et l'autre médial pour le nerf digital commun du troisième espace.

Le type III : se divise en trois troncs (8%), latéral pour le nerf digital propre du pouce et le nerf digital commun du premier espace, moyen pour le nerf digital commun du deuxième espace, médial pour le nerf digital commun du troisième espace.



Nerf médian bifide (flèches) avec artère médiale persistante (pointe de flèche) passant entre les deux di

Figure 10 : Terminaison du nerf medianvisions. Beris et al.



Trois variantes d'un nerf médian bifide et d'une artère médiane persistante en coupe transversale dans le canal carpien. (63)

Figure 11 : Variation terminaison nerf median

Variation de trajet du nerf médian et de ses branches :

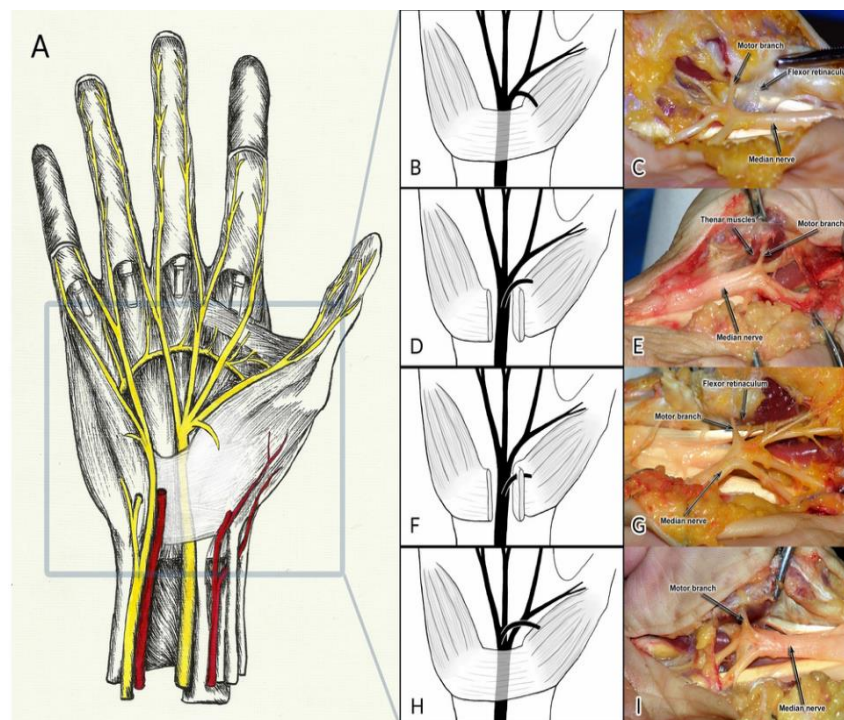
Le trajet du nerf médian et de ses branches de division au poignet ont été largement étudiés et la plus part des auteurs reprennent la classification en 4 groupes selon les travaux de Lanz et Poisel et Coll(64).

-Classifications des Variations :

La classification de Lanz, largement adoptée, distingue quatre types de variations (64):

****Type I**** : Variations du trajet de la branche motrice thénarienne (TMB) (FIGURE 10)

- Extraligamentaire (75,2% des cas) (65)
- Subligamentaire (13,5% des cas) (65)-
- Transligamentaire (11,3% des cas) (65)

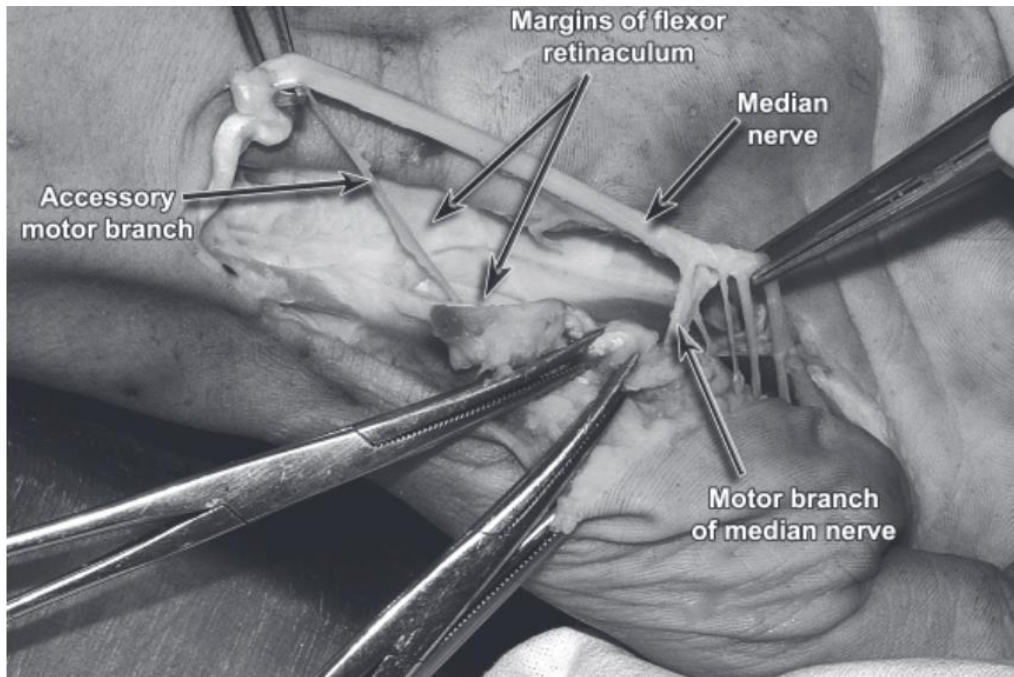


Vue d'ensemble du trajet du nerf médian dans le poignet et la main (A), TMB de type extraligamentaire avec ramification du côté radial (B, C), TMB de type sous-ligamentaire (D, E), TMB de type transligamentaire (F, G), TMB de type extraligamentaire avec ramification du côté ulnaire (H, I).

Figure 12 : Variation anatomique du trajet de la branche motrice du pouce

****Type II**** : Branches accessoires distales au canal carpien (4,6% des cas) (65)

De nombreux auteurs ont décrit la présence de multiples rameaux accessoires issus des branches de division du nerf médian après sa sortie du canal carpien avec une prévalence de 4,6% (95%CI :1,6%-9,1%). Ces branches sont essentiellement sensibles naissant du bord ulnaire ou radiale du nerf. Plus rarement des rameaux moteurs ont été décrits comme la présence de deux branches motrices pour l'imminence thénarienne (64).

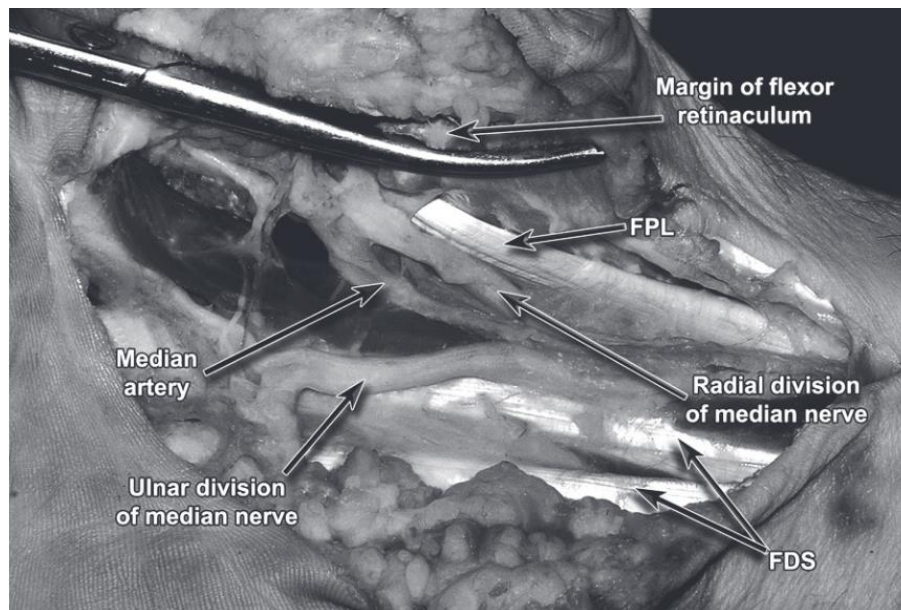


Branche accessoire du nerf moteur qui part de la branche principale du nerf médian, au-dessus du rétinaculum des fléchisseurs, pénètre dans le canal carpien et traverse le ligament transverse du carpe (Mizia et al)

Figure 13 : Branches accessoires du nerf median

****Type III**** : Division haute du nerf médian (2,6% des cas) (65)

La division haute du nerf médian en amont du canal carpien est relativement rare relativement rare rencontrée dans 6% des cas par contre la fréquence de présence d'un nerf bifide au sein du canal est de 18 %. Cette anomalie est associée dans plus de la moitié des cas a la persistance de l'artère médiane qui vient s'interposer entre les rameaux nerveux. Elle se termine en s'anastomosant avec l' artère ulnaire en formant une arcade palmaire superficielle, soit en donnant directement des artères palmaire pour le bord radiale de la main(63) (FIGURE).



Division haute du nerf médian associée à une artère médiane persistante ; FPL — tendon long fléchisseur du pouce ; FDS — tendon fléchisseur superficiel des doigts.

Figure 14 : Division haute du nerf median

****Type IV**** : Branches accessoires proximales au canal carpien (2,3% des cas) (65)

Elles sont retrouvées dans 2,3%. Le rameau accessoire a une naissance haute en amont du canal carpien, chemine dans le TCL ou le perfore pour rejoindre une branche motrice distale

- Classification de Poisel

Poisel avait initialement décrit trois types pour la branche motrice thénarienne (66) :

- Type I : Extraligamentaire (46% dans son étude originale)
- Type II : Subligamentaire (31% dans son étude originale)
- Type III : Transligamentaire (23% dans son étude originale)

Une méta-analyse récente incluant 31 études et 3 918 mains a établi les prévalences suivantes (65) :

- ****Trajet extraligamentaire**** : 75,2% (IC 95% : 55,4%-84,7%)
- ****Trajet subligamentaire**** : 13,5% (IC 95% : 3,6%-25,7%)
- ****Trajet transligamentaire**** : 11,3% (IC 95% : 2,4%-23,0%)

Il existe aussi des variations Géographiques avec des différences significatives (65):

Population	Extraligamentaire (%)	Subligamentaire (%)	Transligamentaire (%)
Européenne	63,7	24,6	11,7
Asiatique	78,7	12,6	8,7
Américaine	73,5	7,1	19,4

Cependant quel que soit la répartition la distribution extraligamentaire est nettement prédominante

Dans sa configuration transligamentaire la littérature note des risques augmentés de la branche motrice du pouce TBM lors de chirurgie de libération du canal carpien(67).

Il a été rapporté par plusieurs auteurs l'association plus fréquente d'une hypertrophie des muscles thénariens en avant du TCL et le type transligamentaire de la TMB (68).

Une TMB transligamentaire était retrouvée dans 23% des cas alors que chez les patients sans hypertrophie cette anomalie transligamentaire de la TMB était présente dans 1,7% des cas (65). Le substratum anatomique de cette hypertrophie des muscles thénariens reste encore incertain.

Pour certains, il s'agirait d'une insertion large de l'origine du court fléchisseur du pouce et du flexor digiti minimi sur le TCL. Pour d'autres, Il pourrait s'agir d'un muscle aberrant nommé le musculus transversus Carpi (69).

Une étude cadavérique récente a montré que ce muscle serait une extension des muscles thénariens dans 85% des cas sur le TCL (69). Dans 10%, il s'agit d'un entrecroisement de fibres venant des éminences thénar et hypothénar en avant du TCL. Cet épaississement en avant du TCL est formé d'une fine couche de fibres musculaires dont l'épaisseur peut aller jusqu'à 10mm (64,70).

Par conséquent, la présence de cette hypertrophie thénarienne plus fréquemment associée à un type transligamentaire de la TMB doit être un signe d'avertissement pour les chirurgiens, la

branche motrice passant dans cette hypertrophie musculaire lorsqu'elle traverse le TCL. Quel que soit le type, la TMC naît dans 97,9% des cas sur le bord radial ou antéro radial du nerf médian et dans 2,1%(65) sur le bord ulnaire du NM.

Les variations anatomiques présentent des risques chirurgicaux spécifiques (53):

1. ****Trajet transligamentaire**** : risque maximal de section accidentelle (11,3% des cas)
2. ****Origine ulnaire de la branche motrice**** : 2,1% des cas, risque élevé lors de l'incision standard
3. ****Muscle thénarien hypertrophique**** : présent dans 18,2% des cas, associé à une prévalence plus élevée de trajet transligamentaire (23,4% vs 1,7%).

Anastomose du nerf median :

L'anastomose de Berretini est une anastomose palmaire superficielle entre le nerf digital commun du 4e espace issu du nerf ulnaire et le nerf digital commun du 3e espace issu du nerf médian. Cette anastomose est vulnérable lors de la section distale du TCL et pourra donner des paresthésies dans le 4° et 5e rayon. Elle est très fréquente (80% des cas) et se situe entre 1 et 4mm du bord inférieur du TCL dans 40% des cas (71).(FIGURE 15)



The Berrettini Anastomosis (white arrow); The branches of the Superficial Palmar Arch have been retracted; MN=Median Nerve, UN=Ulnar Nerve; 3rd CDN=3rd Common Digital Nerve; 4th CDN=4th Common Digital Nerve, TCL=Transverse Carpal Ligament (72)

Figure 15 : Anastomose de BERRETTINI

Branches cutanée palmaire du nerf median (73).

Le rameau cutané palmaire du NM naît de la face radio-palmaire du NM entre 1 à 7 cm au-dessus du pli du poignet.

Chemine parallèle au NM entre les tendons du long palmaire et du fléchisseur radial d carpe (FRC).

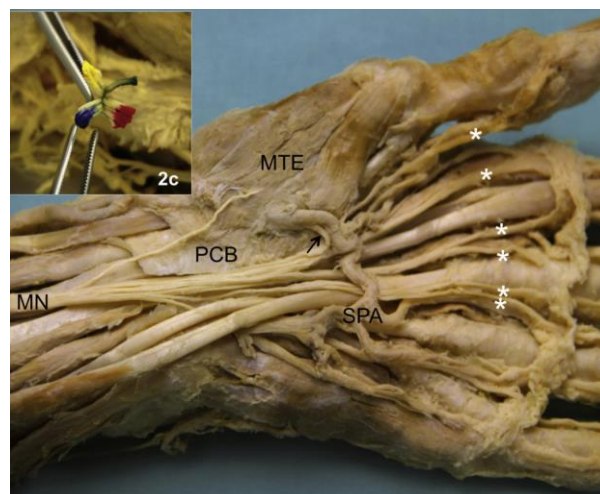
Pénètre dans un tunnel entre les feuillets superficiel et profond du fascia antébrachial distal en regard du bord ulnaire du FRC lorsque celui-ci pénètre dans son tunnel entre la couche superficielle et profonde du TCL.

Il peut cheminer dans l'épaisseur du TCL très courtement sur environ 8mm en dedans du tunnel du FRC.

Il perfore ensuite le fascia antébrachial pour devenir sous-cutané

Aucune ramification du nerf cutané palmaire ne s'étendrait au-delà du bord ulnaire de l'axe du 4e rayon. La planification des incisions autour de la face palmaire de la paume et du poignet doit être basée sur cette connaissance anatomique et le repère du fat drop sign (croisement entre le bord inférieur du TCL et l'axe de l'annulaire) (74)

La situation superficielle du RCP du NM le rend particulièrement vulnérable aux traumatismes directs ou à la section per-opératoire. En post-opératoire, une persistance de douleur incitera à rechercher un névrome du RCP du NM tandis qu'une récurrence des symptômes après un intervalle de temps libre fera rechercher une fibrose péri-nerveuse (75).



PCB, palmar cutaneous branch (73)

Figure 16 : Branche cutanée palmaire

Les variations musculaires du canal carpien :

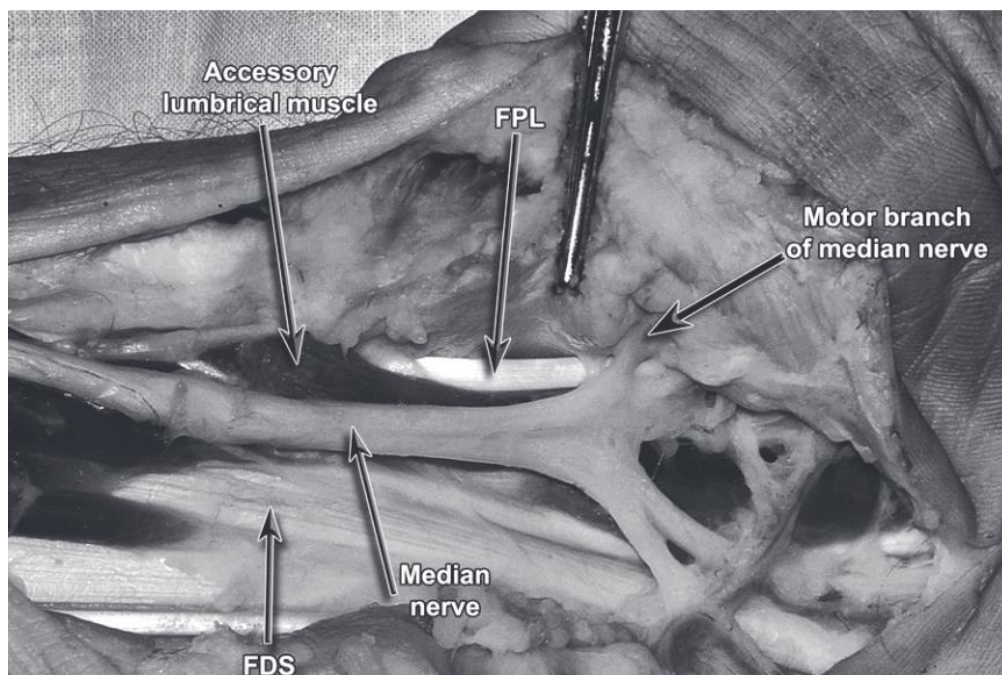
Les variations musculaires peuvent être responsable de compression intra canalaire ou de syndrome dynamique du canal carpien, elles se résument en :

-Anomalies de terminaison musculaire :

- Terminaison basse du corps musculaire des fléchisseurs
- Origine haute d'un muscle lombrical
- Corps musculaire inverse du long palmaire

-Muscles surnuméraires :

- Muscle fléchisseur accessoire du 2 EME doigt.
- Muscle palmaire profond.
- Muscle court fléchisseur radial du carpe.



Muscle lombrical accessoire dans le canal carpien ; FPL — tendon du long fléchisseur du pouce ; FDS — tendon du fléchisseur superficiel des doigts

Figure 17 : Muscle lombrical accessoire dans le tunnel carpien

- **Recommandations Chirurgicales**

Basées sur les données anatomiques actuelles (61,65) :

1. ****Approche par le côté ulnaire**** : recommandée pour éviter la branche motrice
2. ****Dissection couche par couche**** : essentielle pour identifier les variations
3. ****Préservation du tissu adipeux supra-rétinaculaire**** : pour réduire la douleur postopératoire
4. ****Vigilance particulière**** en présence de muscle thénarien hypertrophique

Échographie Préopératoire

L'échographie préopératoire permet d'identifier (65):

- Les divisions hautes du nerf médian
- La persistance de l'artère médiane
- Les variations de trajet de la branche motrice
- L'épaisseur et la morphologie du ligament transverse

L'évolution des connaissances anatomiques du canal carpien a profondément influencé le développement de techniques chirurgicales de plus en plus précises et respectueuses des structures anatomiques. Parmi les progrès notables figurent la préservation des structures sensorielles fines, telles que le tissu adipeux supra-rétinaculaire, le recours à des approches mini-invasives fondées sur une compréhension fine des repères anatomiques, ainsi que l'émergence de techniques endoscopiques tenant compte des nombreuses variations interindividuelles.

Le canal carpien présente une architecture complexe, marquée par une grande variabilité morphologique du nerf médian et de ses branches terminales. La reconnaissance de ces variations anatomiques, ainsi que leur prévalence selon les populations, revêt une importance majeure sur le plan clinique. Une connaissance approfondie de ces particularités permet :

1. De limiter le risque de lésions iatrogènes au cours des interventions chirurgicales,
2. D'optimiser l'efficacité thérapeutique en adaptant les gestes aux particularités anatomiques,
3. D'orienter la conception de nouvelles stratégies de prise en charge,

4. Et de favoriser une personnalisation des traitements en fonction de l'anatomie individuelle du patient.

Par ailleurs, les récentes avancées dans l'étude de structures telles que le tissu adipeux supra-rétinaculaire, ainsi que la compréhension des altérations biomécaniques liées à la compression chronique du nerf médian, ouvrent la voie à des approches thérapeutiques innovantes.

La poursuite des recherches anatomiques, notamment avec des techniques d'imagerie avancées et des études biomécaniques, permettra d'affiner davantage nos connaissances et d'améliorer la prise en charge de cette pathologie fréquente.

I.4 Physiopathologie du syndrome du canal carpien

Le syndrome du canal carpien (SCC) présente une physiopathologie complexe impliquant plusieurs mécanismes interconnectés.

Mécanismes physiopathologiques principaux

1. Augmentation de la pression intra-canalalaire

La physiopathologie du SCC repose principalement sur l'augmentation de la pression à l'intérieur du canal carpien (76). Dans des conditions normales, la pression intra-canalalaire varie entre 2,5 et 13 mmHg chez les sujets sains (76,77). Chez les patients atteints de SCC, cette pression peut atteindre des niveaux critiques supérieurs à 20-30 mmHg (76,77).

Ces fortes fluctuations de pression associées aux mouvements du poignet permettent d'élucider l'intensification nocturne des symptômes, un phénomène au cours duquel les patients adoptent fréquemment des positions impliquant une flexion prolongée du poignet(78,79).

L'augmentation de la pression est principalement attribuable à deux sites anatomiques de constriction : la limite proximale du canal carpien, où la transition du fascia antibrachial au segment proximal du rétinaculum fléchisseur établit un point de constriction, et le segment le plus étroit du canal situé au niveau de l'hamate. Différents mécanismes peuvent contribuer à cette augmentation de pression, notamment l'hypertrophie du tissu synovial enveloppant les tendons fléchisseurs, qui constitue la principale cause de l'expansion volumétrique dans le compartiment. Cette hypertrophie est une réaction inflammatoire à un effort répétitif, à une blessure au poignet ou à une affection inflammatoire sous-jacente, telle que la polyarthrite rhumatoïde(78,79).

Cette augmentation de pression entraîne une cascade d'événements (76,77,80): Obstruction du retour veineux, Formation d'œdème local ,Ischémie du nerf médian .

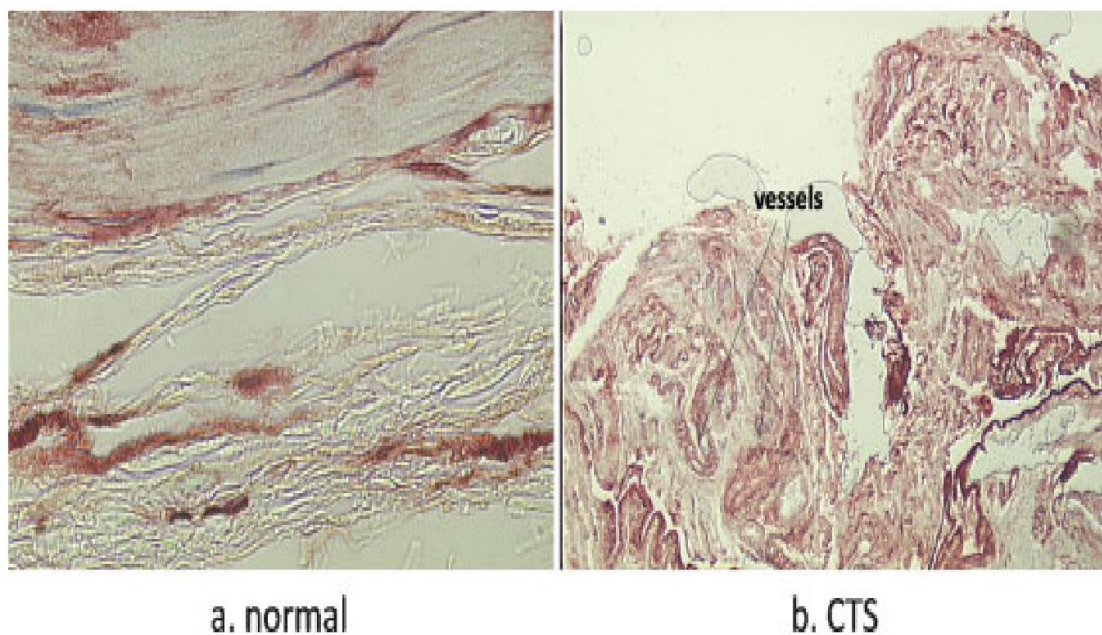
2. Rôle du tissu conjonctif sous-synovial (SSCT)

Le tissu conjonctif sous-synovial joue un rôle central dans la pathogenèse du SCC. Toutes les études histologiques du canal carpien chez les patients atteints de SCC révèlent un épaissement non inflammatoire du SSCT (81), qui semble être une caractéristique de cette pathologie (80,81) cependant des controverses persistent quant à savoir si les modifications de la SSCT sont causales ou secondaires à la compression nerveuse (82,83)d'autant plus que des études récentes indiquent une implication des cellules immunitaires, telle que l'augmentation

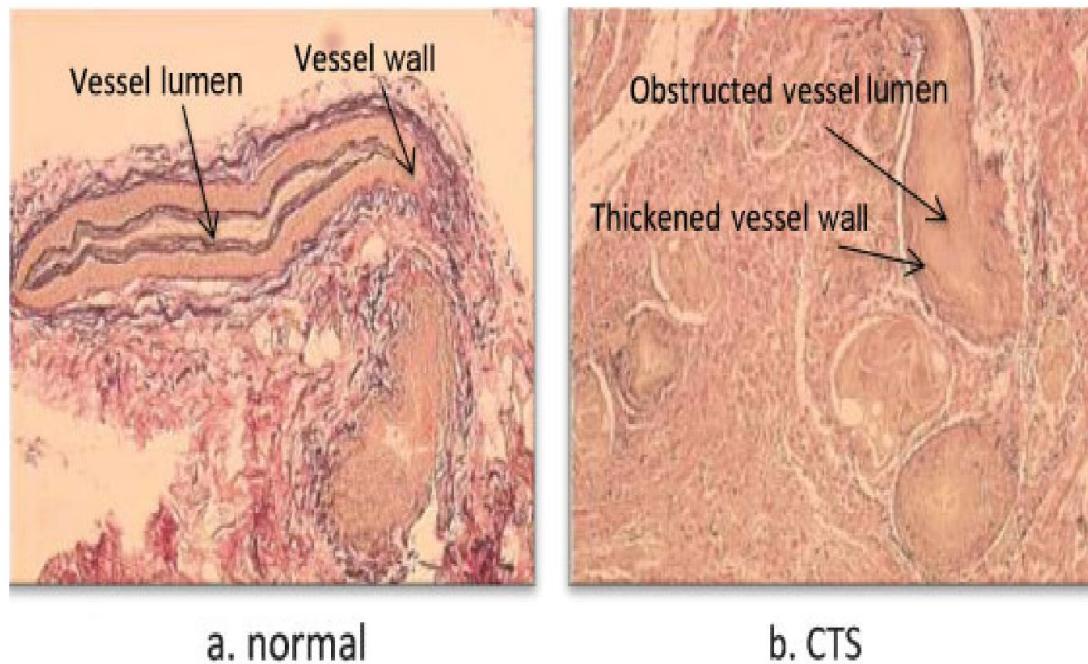
de la densité des lymphocytes T dans la SSCT, remettant en question la vision traditionnelle de la fibrose non inflammatoire(82,84)

Les mouvements répétitifs et forcés des doigts et de la main causent des mouvements différentiels des tendons fléchisseurs ,ces mouvements génèrent un stress de cisaillement qui endommage le SSCT (85).

Les dommages du SSCT entraînent une fibrose, un raidissement et un élargissement de celui-ci qui de ce fait fibrose et devient moins capable de supporter de nouvelles charges de mouvement, créant un cycle vicieux (85).



Coloration du collagène de type VI (a) dans un SSCT normal et (b) dans un STC. Une fibrose et une vascularisation accrue sont observées dans le STC(80).



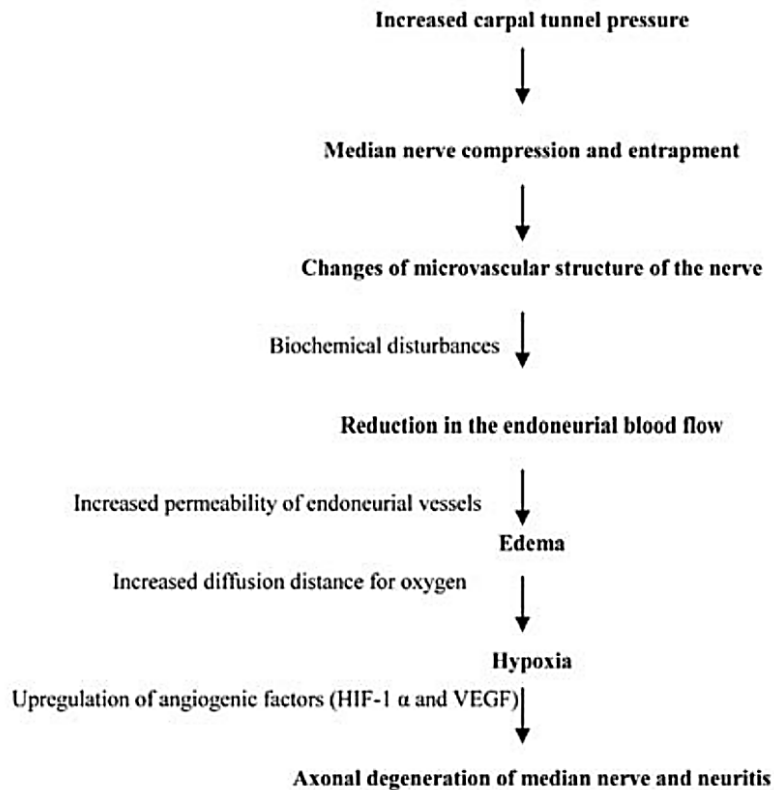
La coloration de l'élastine (méthode Verhoeff-Van Gieson) (a) d'un SSCT normal et (b) pathologique, montre un nombre accru de vaisseaux, avec une lumière obstruée et une paroi épaissie dans le SCC.(80)

Figure 18 : Anomalies tissus conjonctif sous synoviale

3. Mécanismes vasculaires

La compression du nerf médian entraîne des perturbations importantes de la microcirculation (79) : Une pression élevée à l'intérieur du canal carpien peut provoquer un arrêt de la vascularisation de cette barrière anatomique, entraînant l'accumulation de protéines et de cellules inflammatoires. Cette perturbation engendre un micro syndrome compartimental en augmentant la perméabilité vasculaire, contribuant ainsi à une augmentation de la pression du liquide endo neural et à la manifestation d'un œdème intra fasciculaire. Les sujets atteints de pathologies vasculaires ou soumises à des charges statiques prolongées présentent une vulnérabilité accrue à cette atteinte de la barrière hémato-nerveuse.

Cette cascade vasculaire illustrée par la figure (19):



Présentation schématique du mécanisme vasculaire du syndrome du canal carpien et de la lésion du nerf médian. HIF-1 α - hypoxia- inducible factor 1 α , VEGF (79)

Figure 19 : Mécanisme physiopathologique vasculaire du SCC

4. Mécanismes de compression et de traction

La physiopathologie combine les phénomènes de compression et de traction(86). Anatomiquement, il existe deux sites principaux de compression du nerf médian (87):

Au niveau de la limite proximale du canal carpien, causée par la flexion du poignet : Le premier site principal de compression se situe au niveau du bord proximal du canal carpien, résultant spécifiquement de la flexion du poignet et de la transition structurelle entre le fascia antébrachial et la portion proximale du rétinaculum des fléchisseurs. Cette zone représente un point de changement critique d'épaisseur et de rigidité tissulaire. Le fascia antébrachial, qui mesure initialement environ 1,5 mm proximale, s'épaissit progressivement jusqu'à atteindre 6,0 mm distalement au niveau du ligament carpien transverse. Cette transition abrupte

crée une zone de contrainte mécanique significative sur le nerf médian lors des mouvements du poignet(78,79,88).

La flexion du poignet augmente dramatiquement la pression dans le canal carpien. Des études expérimentales ont démontré que la flexion provoque une augmentation de la pression jusqu'à huit fois par rapport à la position neutre, tandis que l'extension peut l'augmenter jusqu'à dix fois. Cette augmentation de pression résulte de la compression des ligaments souples contre la surface palmaire des os carpiens, réduisant ainsi le volume disponible pour les structures intra-canalaires. Chez les patients atteints du syndrome du canal carpien, la pression moyenne dans le canal en position neutre atteint 32 mmHg, comparée à 2-10 mmHg chez les sujets normaux(78,79,88).

Au niveau de la portion la plus étroite, près du crochet de l'hamatum : Le second site majeur de compression correspond à la portion la plus étroite du canal carpien, située au niveau du crochet de l'hamatum (hamulus). Des études morphométriques ont identifié cette région comme présentant la section transversale la plus réduite du canal. Cobb et collaborateurs ont rapporté des largeurs de canal de 24,7 mm proximement, 19,8 mm au niveau du crochet de l'hamatum, et 25,2 mm distalement, confirmant ce rétrécissement anatomique. Cette constriction anatomique naturelle expose le nerf médian à une compression focale particulièrement prononcée(79,88,89).

Des observations peropératoires lors de libérations ouvertes du canal carpien chez des patients présentant un syndrome sévère ont systématiquement révélé une zone de constriction visible du nerf médian dont le point central se situe précisément au niveau du crochet de l'hamatum, en moyenne à 2,5 cm (intervalle 2,2-2,8 cm) du pli distal du poignet. Cette localisation anatomique constante suggère que les caractéristiques structurelles de cette région prédisposent à la compression nerveuse, particulièrement lorsque d'autres facteurs pathologiques sont présents(78,90).

5. Hypertrophie et Fibrose du Tissu Synovial

L'hypertrophie du tissu synovial des tendons fléchisseurs peut également augmenter la pression dans le canal carpien et entraîner le développement du SCC. Plusieurs études histologiques et biochimiques ont rapporté la ténosynovite comme un facteur de risque étroitement lié au développement du SCC idiopathique. Cela a été confirmé par la présence d'une expression accrue de prostaglandine E2 et de VEGF dans le tissu synovial de biopsie provenant de patients atteints de SCC symptomatique(79).

En réponse à cette lésion, on observe une augmentation de la densité fibroblastique, de la taille des fibres de collagène, de la prolifération vasculaire et du collagène de type III dans le tissu conjonctif synovial. Du tissu cicatriciel constrictif se formerait autour du nerf médian, ce qui peut entraîner une attache du nerf. L'épaississement inflammatoire du tissu synovial augmente le volume de tissu qui, à son tour, accroît la pression liquidienne dans le canal carpien. L'épaississement le plus profond du tissu synovial a été rapporté aux régions d'entrée et de sortie du canal où les tendons glissent sur un point d'appui du rétinaculum des fléchisseurs(79).

Le stress et les micro-dommages du tissu synovial ainsi que du nerf médian peuvent survenir en raison des différents degrés d'excursion entre les tendons fléchisseurs et le nerf médian. Ces modifications structurelles sont aggravées par le diabète sucré car la glycosylation non enzymatique du collagène est augmentée dans le diabète, entraînant une altération de l'arrangement, de la réticulation et du renouvellement du collagène. L'augmentation de la glycosylation affecte défavorablement la dégradation du collagène, résultant en l'accumulation de tissu conjonctif moins compliant et ultimement en fibrose. Une augmentation de l'activité de la lysyl oxydase, une enzyme impliquée dans la formation de liaisons croisées du collagène qui contribue à la fibrose et à la rigidité, a également été suggérée comme jouant un rôle.

Des recherches approfondies ont révélé que la fibrose du TCSS constitue une caractéristique prédominante du SCC. Cette fibrose non inflammatoire du TCSS a été constamment observée dans toutes les études histologiques du canal carpien chez les patients atteints de SCC. Des analyses par puces d'ADN de fibrose du tissu TCSS de patients atteints de SCC ont révélé des modifications d'expression génique d'au moins deux fois pour de multiples gènes, incluant des protéines de la matrice extracellulaire telles que le collagène de type IIIA1 (Col3), le collagène de type IA2 (Col1), la décorine, l'actine du muscle lisse, la bêta-actine, la cavéoline et le récepteur de la fibronectine intégrine bêta 1; des seconds messagers de signalisation impliqués dans la régulation de la fibrose incluant le facteur de croissance du tissu conjonctif (CTGF), SMAD3 et STAT6; et des régulateurs de la matrice extracellulaire tels que les inhibiteurs tissulaires des métalloprotéases (TIMPs), les métalloprotéases matricielles (MMPs), les inhibiteurs de peptidase serpine et l'intégrine bêta 5(91–93)

6. Mécanisme inflammatoire :

La compression du nerf médian dans le syndrome du canal carpien déclenche une cascade inflammatoire complexe dans laquelle l'IL-6 joue un rôle central en régulant l'expression de TGF- β et de VEGF. L'IL-6 induit TGF- β principalement via la voie MAPK/ERK, tandis que

l'induction de VEGF se fait principalement via la voie JAK/STAT3 et la voie Src-FAK-STAT3. Ces facteurs de croissance contribuent ensuite à la fibrose du tissu sous-synovial, à la néovascularisation et à la compression progressive du nerf médian. La compréhension de ces mécanismes moléculaires ouvre la voie à de nouvelles stratégies thérapeutiques ciblant spécifiquement ces voies de signalisation pour améliorer la prise en charge du SCC(94–96).

- Stades évolutifs de la lésion nerveuse

Sunderland (1976) a décrit trois stades dans l'évolution des lésions nerveuses(97) :

Stade 1 : Les changements circulatoires précoces sont rapidement corrigés par toute procédure visant à éliminer ou réduire la pression dans le canal carpien.

Stade 2 : Ralentissement de la circulation capillaire, anoxie, fuite de protéines et gonflement à l'intérieur du nerf (œdème épineural et endoneurial) .

Stade 3 : Pression prolongée conduisant à des changements permanents, prolifération de fibroblastes, fibrose et destruction des fibres nerveuses.

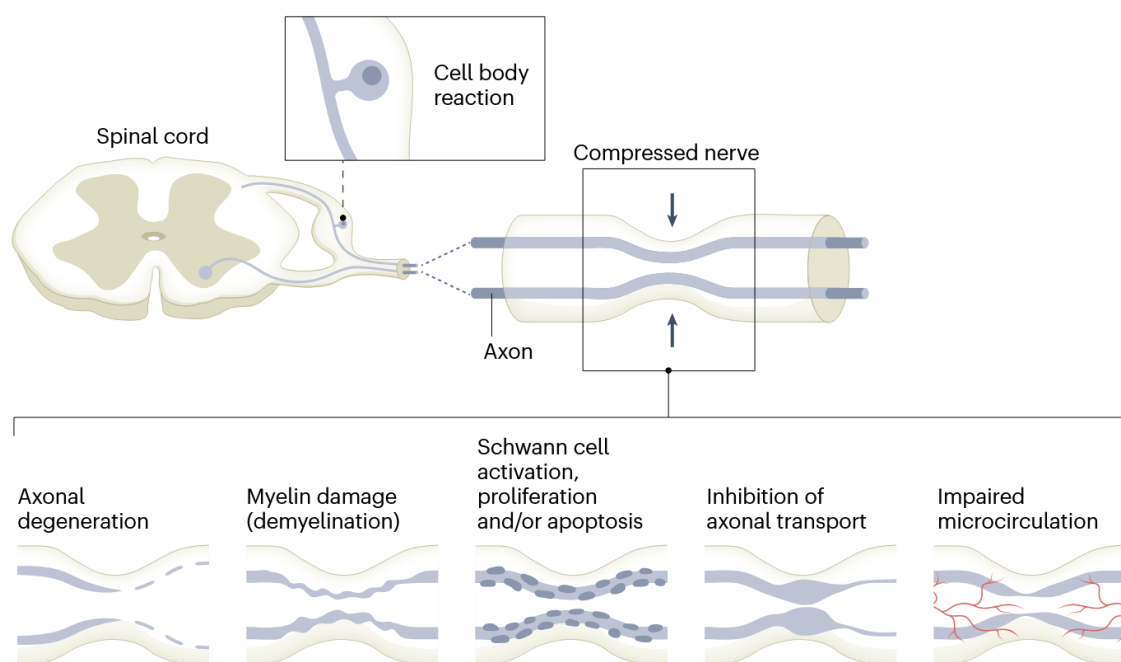


Schéma d'un nerf comprimé avec certains des événements physiopathologiques au niveau du site de compression et du corps cellulaire du nerf (81)

Figure 20 : Evolution anatomopathologique de la compression nerveuse

La compression induit des perturbations de la microcirculation, l'activation, la prolifération et l'apoptose des cellules de Schwann, induisant ainsi des modifications de la myéline et l'inhibition du transport axonal avec démyélinisation et/ou dégénérescence axonale, ainsi que des conséquences structurelles et fonctionnelles dans les corps cellulaires nerveux. Ces changements entraîneront également des modifications neuroplastiques dans le système nerveux central

Facteurs prédisposants :

Plusieurs facteurs peuvent contribuer au développement du SCC :

- Augmentation de la pression veineuse pouvant provoquer un œdème intra neural
- Lésions de la couche endothéliale causant une perméabilité vasculaire
- Œdème dans le canal carpien élevant le volume du contenu du tunnel

In fine la physiopathologie du SCC résulte d'interactions complexes entre plusieurs mécanismes à savoir, L'augmentation anormale de la pression du canal carpien et la neuropathie de traction sont les plus susceptibles d'induire le SCC. La compression et la traction causent une obstruction du retour veineux, la formation d'œdème et, finalement, l'ischémie et la lésion nerveuse.

I.5 Présentation clinique

Le diagnostic du syndrome du canal carpien (SCC) repose sur une combinaison de symptômes cliniques, d'examens physiques, de questionnaires validés et d'examens complémentaires. Aucun critère unique n'est suffisant : l'approche multimodale est recommandée pour une meilleure précision(98,99).

Les symptômes courants du SCC comprennent des douleurs, des picotements et un engourdissement de la main, décrits comme désagréables le long de la voie de distribution du nerf médian (77), une faiblesse de la force de préhension ainsi qu'une faiblesse générale et une diminution de la capacité fonctionnelle de la main affectée(87)une aggravation des symptômes pendant la nuit et une maladresse lors d'activités nécessitant une flexion du poignet (10).De nombreux patients décrivent également le "signe de la pichenette" comme un moyen de soulager leurs symptômes :il s'agit pour le patient d'agiter activement le poignet en flexion et/ou en extension (flicking) afin d'obtenir un soulagement temporaire(11).

Les paresthésies représentent le symptôme inaugural le plus fréquent, rapportées chez 77,1% des patients selon les études épidémiologiques. Ces sensations anormales se manifestent typiquement dans le territoire du nerf médian, intéressant les trois premiers doigts (pouce, index, majeur) et la moitié radiale de l'annulaire. Les patients décrivent habituellement des picotements, engourdissements, fourmillements présentant des caractéristiques temporelles spécifiques(87), La prédominance nocturne constitue un élément sémiologique majeur, les symptômes survenant typiquement en deuxième partie de nuit et réveillant fréquemment les patients. Cette recrudescence nocturne s'explique par l'augmentation de la pression intra canalaire liée aux postures de flexion du poignet adoptées pendant le sommeil. Les patients rapportent souvent un soulagement des symptômes par les mouvements de déflexion du poignet, le massage ou la "secousse" de la main(100). **Les douleurs** accompagnent les paresthésies chez 57,8% des patients et peuvent présenter une irradiation proximale remontant jusqu'à l'épaule(101). Cette douleur possède généralement un caractère neurogène avec des sensations de brûlures ou de décharges électriques, s'aggravant lors d'activités répétitives du poignet ou de préhension prolongée(102)

Les étiologies, par ordre approximatif de fréquence du STC, sont les suivantes : manœuvres répétitives, obésité, grossesse, arthrite, hypothyroïdie, diabète sucré, traumatisme, lésions massives, amyloïdose et myélome multiple. Les manœuvres répétitives comprennent le travail de bureau, le travail à la chaîne et tout autre mouvement cohérent lorsque le poignet est en

extension légère ou complète pendant une longue période de temps. Les mouvements avec le poignet en extension légère ou complète placent le ligament transverse du carpe dans une position tendue, comprimant ainsi toutes les structures sous-jacentes.

L'obésité peut augmenter la probabilité de survenue d'un SCC car le surpoids exacerbe les forces de compression sur le canal carpien, augmentant ainsi le risque d'inflammation de la zone ou de compression du nerf médian

La grossesse peut augmenter le risque de SCC en raison de l'effet secondaire courant de la rétention d'eau, qui peut augmenter la pression à l'intérieur du canal carpien, irritant ainsi le nerf médian(14).

L'arthrite peut provoquer une inflammation de l'espace articulaire, des tissus mous et des nerfs sous-jacents, ce qui peut entraîner une compression de ces structures. Cette compression dans l'espace articulaire du canal carpien peut entraîner une compression du nerf médian.

L'hypothyroïdie se caractérise par une inflammation incontrôlée de la membrane synoviale entourant le canal carpien et peut entraîner une compression des structures sous-jacentes en raison d'une pression accrue sur le nerf médian.

Le diabète sucré se manifeste souvent par une glycation du tissu conjonctif accompagnée d'une neuropathie diabétique et peut donc contribuer au SCC

Les traumatismes provoquant des fractures ou des luxations du poignet peuvent modifier l'espace à l'intérieur du canal carpien, exerçant ainsi une pression sur le nerf médian.

Les lésions de masse peuvent introduire des lésions d'occupation de l'espace qui peuvent diminuer la taille du canal carpien et augmenter la pression sur le nerf médian à l'intérieur de l'espace articulaire.

Les STC sont fréquents chez les patients atteints d'amylose en raison de l'infiltration progressive de fibrilles amyloïdes dans le rétinaculum du tendon fléchisseur et le tissu synovial. Un taux de fréquence allant jusqu'à 13 % a été indiqué, Selon l'International Myeloma Foundation, le myélome multiple peut augmenter l'incidence des STC en raison des dépôts amyloïde

- Histoire de la maladie

Le Blanc et Cestia (103) classent les symptômes associés au syndrome du canal carpien en trois niveaux distincts : légers, modérés et graves :

Les symptômes légers persistent pendant moins d'un an et se caractérisent par un seuil de discrimination normal à deux points, une absence de faiblesse musculaire, aucune atrophie observable, aucun signe de dénervation et une réduction négligeable ou minimale de la vitesse de conduction nerveuse.

Des symptômes modérés peuvent se manifester pendant une durée inférieure ou supérieure à un an, ce qui peut indiquer une évaluation de discrimination en deux points anormale, des signes minimes de faiblesse musculaire, de légers signes d'atrophie, des signes négligeables ou nuls de dénervation et une diminution faible ou nulle de la vitesse de conduction nerveuse.

Les symptômes graves, présents depuis plus d'un an, sont caractérisés par un résultat de discrimination anormal en deux points, une présence marquée de faiblesse musculaire, une survenue prononcée d'une atrophie musculaire, une dénervation importante et une réduction substantielle de la vitesse de conduction nerveuse (103).

Les étiologies, par ordre approximatif de fréquence du STC, sont les suivantes : manœuvres répétitives, obésité, grossesse, arthrite, hBien que le signe de Tinel soit largement utilisé en pratique clinique, sa valeur diagnostique isolée reste limitée en raison de sa sensibilité relativement faible. Plusieurs études ont démontré que le signe de Tinel est moins sensible que le test de Phalen pour le diagnostic du SCC. Cependant, la combinaison d'un signe de Tinel positif et d'un test de Phalen positif augmente significativement la probabilité diagnostique du SCC.ypothyroïdie, diabète sucré, traumatisme, lésions massives, amyloïdose et myélome multiple. Les manœuvres répétitives comprennent le travail de bureau, le travail à la chaîne et tout autre mouvement cohérent lorsque le poignet est en extension légère ou complète pendant une longue période de temps. Les mouvements avec le poignet en extension légère ou complète placent le ligament transverse du carpe dans une position tendue, comprimant ainsi toutes les structures sous-jacentes.

Le surpoids exacerbe les forces de compression sur le canal carpien, augmentant ainsi le risque d'inflammation de la zone ou de compression du nerf médian (79).

- Tests de Provocation Clinique

Test de Phalen

Le test de Phalen constitue la manœuvre de provocation la plus fréquemment utilisée dans le diagnostic clinique du SCC. La technique standard consiste à placer les poignets en flexion palmaire maximale, dos des mains en contact, pendant une durée de 60 secondes. Le test est

considéré positif lorsque les paresthésies caractéristiques dans le territoire du nerf médian sont reproduites ou aggravées durant la manœuvre(104–108). Une méta-analyse récente rapporte une sensibilité du test de Phalen variant de 51% à 91% selon les études, avec une spécificité allant de 33% à 88%. Cette variabilité importante s'explique par les différences méthodologiques entre les études, notamment la durée de maintien de la position (30 à 120 secondes) et les critères de positivité utilisés. Des études ont démontré que la sensibilité du test augmente avec la durée de maintien de la flexion, mais au détriment de la spécificité(108) Une corrélation significative a été établie entre la positivité du test de Phalen et la sévérité électrophysiologique du SCC. Les patients présentant un test de Phalen positif dans les 30 premières secondes ont tendance à présenter un SCC électrophysiologiquement plus sévère que ceux nécessitant 60 secondes ou plus pour la positivation du test. Après traitement chirurgical, la disparition du signe de Phalen constitue un facteur pronostique favorable avec amélioration de la qualité de vie(105).

Signe de Tinel

Le signe de Tinel consiste en une percussion légère du nerf médian au niveau du canal carpien, à la face palmaire du poignet. Le signe est positif lorsque cette percussion déclenche une sensation de décharge électrique irradiant dans le territoire du nerf médian. La sensibilité rapportée du signe de Tinel varie considérablement dans la littérature, de 23% à 60%, avec une spécificité de 44% à 95%(106–108). Bien que le signe de Tinel soit largement utilisé en pratique clinique, sa valeur diagnostique isolée reste limitée en raison de sa sensibilité relativement faible. Plusieurs études ont démontré que le signe de Tinel est moins sensible que le test de Phalen pour le diagnostic du SCC. Cependant, la combinaison d'un signe de Tinel positif et d'un test de Phalen positif augmente significativement la probabilité diagnostique du SCC (104,107–110). Des études de corrélation électrophysiologique ont montré que la positivité du signe de Tinel est associée à des paramètres de conduction nerveuse plus altérés, suggérant une atteinte plus sévère du nerf médian. Après traitement chirurgical, la persistance du signe de Tinel au-delà de la deuxième semaine postopératoire peut être considérée comme un facteur de moins bon pronostic(106,110,111).

Test de Durkan (Compression Carpienne)

Le test de Durkan, également appelé test de compression carpienne, consiste à exercer une pression manuelle directe sur le canal carpien pendant 30 secondes. Ce test présente généralement de meilleures performances diagnostiques que le signe de Tinel, avec une

sensibilité rapportée de 64% à 87% et une spécificité de 47% à 98%. Le test est positif lorsque la compression déclenche ou aggrave les paresthésies dans le territoire médian (99,104,108,109).

Une variante du test, appelée test de Phalan-Durkan , combine la flexion du poignet avec la compression carpienne. Cette combinaison augmente la sensibilité du test mais diminue sa spécificité, car la manœuvre devient plus provocatrice. Les études démontrent qu'à mesure que les manœuvres d'examen deviennent plus provocatrices, la sensibilité augmente tandis que la spécificité diminue(104).

Scratch collab test :

Le Scratch Collapse Test représente un outil clinique provocateur utile, doté d'une capacité unique de localisation précise du siège de compression du nerf médian à différents niveaux anatomiques. Bien que sa sensibilité pour le diagnostic du syndrome du canal carpien soit modérée (0,442), sa haute spécificité (0,788) et sa valeur prédictive positive (0,834) en font un test fiable pour confirmer une compression lorsqu'il est positif.

Techniquement, La performance correcte du test est essentielle :

Le patient est assis en position neutre, les coudes fléchis à 90°, les pieds au sol et les bras le long du corps. L'examineur applique une force de rotation interne constante sur la face dorsale des avant-bras tandis que le patient résiste. Après établissement d'un équilibre de résistance, l'examineur "**gratte**" doucement la surface cutanée le long du trajet du nerf suspecté d'être comprimé, puis réapplique immédiatement la force de résistance. La présence d'une compression nerveuse se manifeste par **un effondrement momentané (collapse) de la résistance en rotation externe de l'avant-bras ipsilatéral**(112).

Son principal apport réside dans la **cartographie anatomique de la compression**, permettant de distinguer les compressions du canal carpien des compressions proximales du nerf médian, ce qui est essentiel dans votre contexte de recherche clinique pour assurer l'homogénéité de la population étudiée(113,114).

Tests de la sensibilité

Le test de discrimination à deux points évalue la fonction sensitive fine en testant la capacité à discriminer deux stimulations ponctuelles simultanées sur les pulpes digitales. Une distance de supérieure à 5 mm est considérée comme anormale. Ce test présente une sensibilité relativement

faible (6-31%) mais une spécificité élevée (60-99%), le rendant plus utile pour confirmer un diagnostic que pour le dépister(108,109).

Le test de sensibilité au monofilament de Semmes-Weinstein évalue le seuil de perception tactile. Bien que moins utilisé en routine clinique, ce test peut objectiver une hypoesthésie dans le territoire du nerf médian avec une sensibilité de 37% à 83% et une spécificité de 40% à 99%. L'examen de la force musculaire thénarienne, particulièrement l'abduction du pouce contre résistance, permet d'identifier une atteinte motrice avancée(115).

- Échelles d'Évaluation Clinique et Fonctionnelle

Échelle Visuelle Analogique (EVA/VAS)

L'échelle visuelle analogique représente un outil simple et largement validé pour l'évaluation de l'intensité douloureuse. Constituée d'une ligne horizontale de 10 cm (ou 100 mm), elle permet au patient de quantifier sa douleur de 0 (absence de douleur) à 10 (douleur maximale imaginable). Dans le contexte du SCC, l'EVA est utilisée pour évaluer l'intensité des douleurs neuropathiques et suivre l'évolution sous traitement. La différence minimale cliniquement importante (MCID) pour l'EVA dans le contexte de la douleur de la main et du membre supérieur postopératoire a été établie entre 1,3 et 1,9 cm. Cette valeur représente le changement minimal dans le score EVA qui est perçu comme bénéfique par le patient. L'EVA présente d'excellentes propriétés psychométriques avec une fiabilité test-retest supérieure à 0,90(116).

L'EVA/VAS est un outil fiable et valide pour évaluer l'intensité de la douleur dans le SCC dans diverses interventions et populations(117,118)

Certaines études ont mis en évidence le rôle complémentaire de l'EVA par rapport à d'autres mesures déclarées par les patients, telles que le BCTQ et le QDASH pour une évaluation complète des symptômes(118,119)

Des études ont démontré une corrélation entre les scores EVA et les paramètres électrophysiologiques dans le SCC, avec des patients présentant des atteintes électrophysiologiques plus sévères rapportant des scores EVA plus élevés. L'utilisation de l'EVA permet également d'évaluer l'inconfort ressenti lors de la réalisation des études de conduction nerveuse elles-mêmes, un aspect important de la prise en charge des patients(118,120,121).

Boston Carpal Tunnel Questionnaire (BCTQ)

Le questionnaire de Boston, également appelé échelle de Levine, constitue l'outil d'évaluation spécifique du SCC le plus largement utilisé et validé à l'échelle internationale. Développé spécifiquement pour évaluer la sévérité symptomatique et le statut fonctionnel des patients atteints de SCC, il comprend deux sous-échelles distinctes: l'échelle de sévérité des symptômes (SSS) et l'échelle du statut fonctionnel (FSS)(122–124).

- Échelle de Sévérité des Symptômes (SSS)

L'échelle SSS comporte 11 questions évaluant différentes dimensions de la symptomatologie du SCC: intensité de la douleur, fréquence et durée des paresthésies (nocturnes et diurnes), engourdissement, faiblesse et difficulté à manipuler de petits objets. Chaque item est noté sur une échelle de Likert de 1 à 5, où 1 représente l'absence de symptôme et 5 une symptomatologie très sévère. Le score final correspond à la moyenne des 11 items, variant donc de 1 à 5. L'interprétation conventionnelle du score SSS catégorise la sévérité comme suit: score de 1 = asymptomatique, 1-2 = symptomatologie légère, 2-3 = modérée, 3-4 = sévère, et >4 = très sévère. La différence minimale cliniquement importante (MCID) pour le SSS a été établie entre 0,4 et 1,0 point. Cette valeur représente le changement minimal dans le score qui est perçu comme cliniquement significatif par le patient(122,125).

Les propriétés psychométriques du BCTQ-SSS sont excellentes, avec un coefficient alpha de Cronbach variant de 0,85 à 0,91 dans différentes versions linguistiques, attestant d'une excellente cohérence interne. La fiabilité test-retest, évaluée par le coefficient de corrélation intraclass (ICC), varie de 0,69 à 0,94 selon les études. Des corrélations modérées ont été démontrées entre le score SSS et la sévérité électrophysiologique, particulièrement avec les classifications de Bland et Padua(118,126).

- Échelle du Statut Fonctionnel (FSS)

L'échelle FSS comporte 8 questions évaluant la capacité du patient à réaliser diverses activités de la vie quotidienne: écriture, boutonnage de vêtements, tenue d'un livre ou d'un téléphone, réalisation de tâches ménagères, ouverture de bouches, port de sacs de courses, et exécution de tâches lourdes. Chaque item est également noté de 1 (aucune difficulté) à 5 (incapacité à réaliser l'activité), le score final correspondant à la moyenne des 8 items(122,124,125). L'interprétation du score FSS suit généralement la classification: 1 = absence de limitation fonctionnelle, 1-2 = limitation légère, 2-3 = modérée, 3-4 = sévère, et >4 = limitation fonctionnelle très sévère. La

MCID pour le FSS a été déterminée entre 0,4 et 0,8 point. Le coefficient alpha de Cronbach pour le FSS varie de 0,87 à 0,93, et l'ICC test-retest de 0,55 à 0,93(122,124,127,128).

Des études ont démontré une forte corrélation entre les scores SSS et FSS ($r = 0,86$, $p < 0,001$), suggérant que la sévérité des symptômes influence directement le statut fonctionnel. Cependant, la corrélation entre le FSS et la sévérité électrophysiologique est généralement plus faible que celle du SSS, certaines études ne trouvant aucune corrélation significative. Cette dissociation suggère que les limitations fonctionnelles sont davantage influencées par des facteurs psychosociaux et la perception subjective des symptômes que par la sévérité objective de l'atteinte nerveuse(124,129,130).

Quick DASH (Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand)

Le Quick DASH représente la version abrégée du questionnaire DASH, comprenant 11 items sélectionnés parmi les 30 items du questionnaire complet. Bien qu'il ne soit pas spécifique au SCC, le Quick DASH évalue de façon globale la fonction du membre supérieur et l'impact du handicap sur les activités quotidiennes, le travail, les activités sociales et le sommeil(125,131). Le score du Quick DASH varie de 0 (absence d'incapacité) à 100 (incapacité complète). Il est calculé selon la formule: $[(\text{somme des réponses} / \text{nombre de réponses complétées}) - 1] \times 25$. L'interprétation du score se fait de façon continue, avec des scores plus élevés indiquant un niveau de handicap plus important. La MCID pour le Quick DASH a été établie entre 10 et 14 points dans les populations de patients présentant des pathologies de la main et du membre supérieur(125,131).

Les propriétés psychométriques du Quick DASH sont robustes, avec un coefficient alpha de Cronbach variant de 0,75 à 0,95 et un ICC test-retest de 0,86 à 0,96. Dans le contexte du SCC, le Quick DASH présente une corrélation significative avec le BCTQ, particulièrement avec le FSS ($r = 0,57-0,61$). Des études ont montré que le Quick DASH est responsive aux changements cliniques après traitement du SCC, bien que sa sensibilité soit inférieure à celle du BCTQ pour cette pathologie spécifique(125,132,133).

Une étude récente a démontré que la réalisation préalable des tâches évaluées par le Quick DASH avant de compléter le questionnaire peut réduire artificiellement les scores rapportés, un biais important à considérer dans l'évaluation clinique. Le Quick DASH trouve son utilité principale dans l'évaluation comparative de différentes pathologies du membre supérieur et dans l'évaluation de l'impact global du SCC sur la fonction du membre supérieur au-delà du territoire spécifique du nerf médian(134).

- Électroneuromyographie et Classifications de Gravité

Principes Généraux de l'Évaluation Électrophysiologique

L'électroneuromyographie (ENMG) représente l'examen de référence pour confirmer le diagnostic de SCC et évaluer objectivement la sévérité de l'atteinte du nerf médian. L'étude comprend deux composantes principales: les études de conduction nerveuse sensitive et motrice du nerf médian, et l'électromyographie à l'aiguille dans les formes sévères. Les paramètres électrophysiologiques principaux évalués incluent la vitesse de conduction sensitive (VCS), la latence motrice distale (LMD), et les amplitudes des potentiels d'action sensitifs et moteurs(135–138).

Les signes électrophysiologiques typiques du SCC comprennent un ralentissement de la VCS du nerf médian à travers le canal carpien, un allongement de la LMD, et dans les atteintes sévères, une diminution des amplitudes des réponses sensitives et motrices. Les techniques comparatives, comparant la conduction du nerf médian avec celle du nerf ulnaire homolatéral ou du nerf radial, augmentent la sensibilité diagnostique. Le ratio distal-proximal, comparant la conduction nerveuse à travers le canal carpien versus le segment proximal, constitue une technique sensible pour détecter les atteintes minimales(135–138).

Classification Neurophysiologique de Padua

La classification de Padua, développée en 1997 à partir d'une étude prospective portant sur 500 mains symptomatiques, représente l'un des systèmes de gradation électrophysiologique les plus utilisés en Europe. Cette classification comprend six grades (0 à 5) basés sur la progression de l'atteinte électrophysiologique du nerf médian(136,139). Le grade 0 (négatif) correspond à une étude électrophysiologique normale malgré des symptômes cliniques évocateurs. Le grade 1 (minime) est caractérisé par une anomalie détectée uniquement par des tests comparatifs ou segmentaires (ratio distal-proximal), alors que les tests standards (VCS et LMD) demeurent dans les limites de la normale. Ce grade reflète une atteinte très légère du nerf médian, souvent au stade initial de la maladie(136,137).

Le grade 2 (léger) se définit par un ralentissement de la VCS avec une LMD normale, indiquant une atteinte sélective des fibres sensitives. Le grade 3 (modéré) associe un ralentissement de la VCS à une LMD anormale, signifiant une atteinte combinée des fibres sensitives et motrices. Cette catégorie représente le groupe le plus fréquent dans la pratique clinique et correspond généralement à une indication chirurgicale en cas d'échec du traitement conservateur(137).

Le grade 4 (sévère) est caractérisé par l'absence de réponse sensitive avec une LMD anormale. Cette absence de réponse sensitive indique une atteinte axonale sévère des fibres sensibles, bien que la conduction motrice soit encore préservée. Enfin, le grade 5 (extrême) correspond à l'absence de réponse sensitive et motrice, reflétant une dénervation complète avec un pronostic de récupération généralement réservé même après décompression chirurgicale(136,137).

Une étude multicentrique a démontré la validité de cette classification avec des différences statistiquement significatives entre les groupes pour tous les paramètres cliniques et thérapeutiques évalués. La sensibilité des tests standards a été établie à 77%, augmentée à 97% par l'ajout du ratio distal-proximal. Cependant, des études récentes ont identifié des limites à cette classification, notamment l'existence de cas non classifiables (jusqu'à 15,2% dans certaines séries) et la nécessité de préciser si les mesures sensibles sont réalisées en stimulation orthodromique ou antidromique(140)

Classification Neurophysiologique de Bland

La classification de Bland, proposée en 2000, constitue un autre système de gradation largement utilisé, particulièrement dans les pays anglo-saxons. Cette classification comporte sept grades (0 à 6) et se distingue de celle de Padua par une stratification plus détaillée des atteintes sévères et l'inclusion de critères sur l'amplitude des réponses motrices(137).

Le grade 0 correspond à une étude normale. Le grade 1 (très léger) et le grade 2 (léger) se caractérisent par un ralentissement de la VCS avec une LMD normale, permettant une distinction plus fine des atteintes sensibles pures. Le grade 3 (modéré) associe un ralentissement de la VCS à une LMD inférieure à 6,5 ms, tandis que le grade 4 (sévère) présente une LMD supérieure ou égale à 6,5 ms, tout en maintenant une amplitude motrice normale(137).

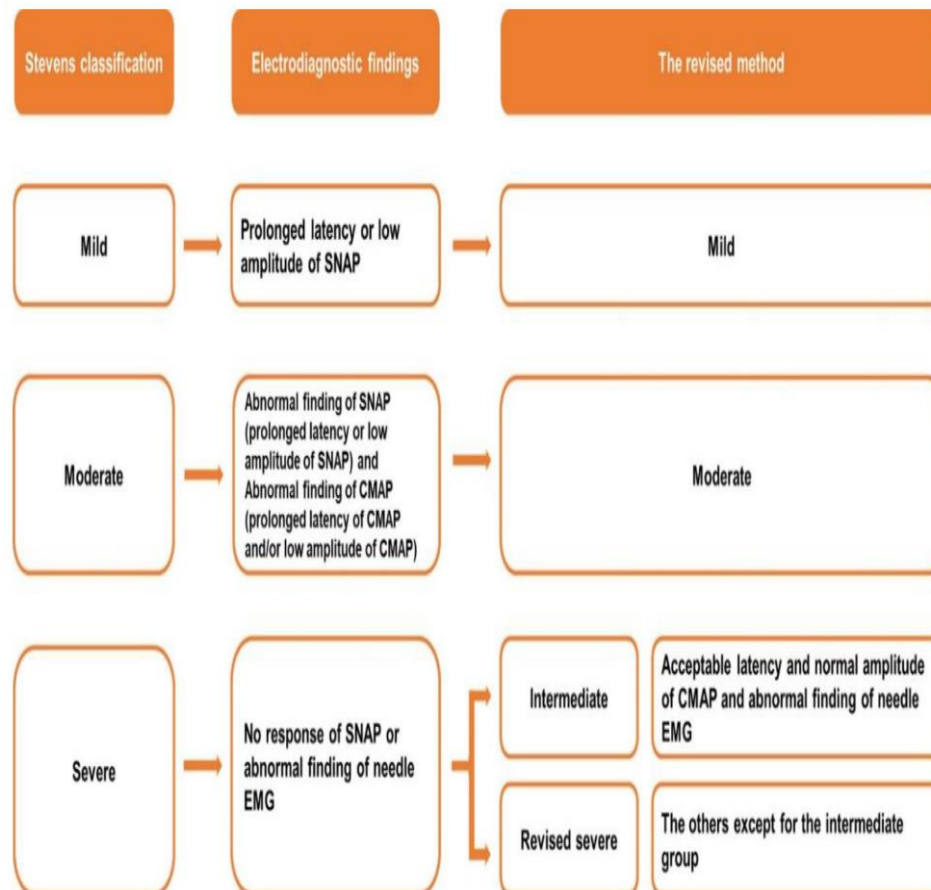
Le grade 5 (très sévère) se définit par l'absence de réponse sensitive avec une LMD prolongée et une amplitude motrice réduite. Cette réduction d'amplitude motrice témoigne d'une perte axonale motrice significative et constitue un facteur pronostique péjoratif. Le grade 6 (extrêmement sévère) correspond à l'absence de toute réponse sensitive et motrice, représentant le stade le plus avancé de dénervation(137). Une analyse critique de cette classification a révélé une distribution non uniforme des cas, avec une surreprésentation significative du grade 3 par rapport aux grades 2 et 4. Cette distribution asymétrique suggère que les seuils de LMD utilisés pour distinguer les grades pourraient ne pas refléter fidèlement la progression naturelle de la maladie. Une étude récente portant sur un large ensemble de données a démontré une forte

corrélation négative (coefficient de -0,786) entre la VCS et la LMD, indiquant que ces deux paramètres évoluent de façon coordonnée et progressive(137).

Classification Simplifiée et Classification de Stevens

En pratique clinique courante, de nombreux cliniciens utilisent une classification simplifiée en quatre catégories : normal, léger, modéré et sévère. Cette approche pragmatique, parfois attribuée à Stevens bien que la littérature sur cette classification spécifique soit limitée, facilite la communication entre professionnels et la prise de décision thérapeutique.

Le stade léger correspond à un ralentissement isolé de la VCS médiane, indiquant une atteinte sensitive pure avec un excellent pronostic sous traitement conservateur ou chirurgical. Le stade modéré associe un ralentissement de la VCS à une prolongation de la LMD, reflétant une atteinte sensitivomotrice nécessitant généralement une décompression chirurgicale en cas d'échec du traitement médical. Le stade sévère se caractérise par l'absence de réponse sensitive et/ou motrice, avec des signes de dénervation à l'électromyographie à l'aiguille (fibrillations, potentiels lents positifs, potentiels de grande amplitude). Ce stade constitue une indication chirurgicale formelle, bien que le pronostic de récupération complète soit réservé, particulièrement en présence d'une atrophie thénarienne clinique(141,142).



Comparaison entre les groupes classés selon la classification de Stevens et la méthode révisée.
 SNAP : sensory nerve action potential, CMAP : compound motor action potential, EMG : electromyography(142).

Figure 21 : Classification électromyographique de STEVENS

L'approche multidimensionnelle combinant évaluation clinique, échelles validées et confirmation électrophysiologique optimise la prise en charge des patients et permet un suivi objectif de l'évolution sous traitement conservateur ou après décompression chirurgicale.

I.6 Diagnostic Différentiel du Syndrome du Canal Carpien

- **Radiculopathie Cervicale C6-C7**

La radiculopathie cervicale représente le principal diagnostic différentiel du SCC en raison de symptômes cliniques pouvant se chevaucher, notamment les paresthésies de la main et la douleur irradiant au membre supérieur. La compression des racines nerveuses C6 et C7 peut produire des symptômes dans un territoire anatomique partiellement superposable à celui du nerf médian(143–146).

Les éléments distinctifs cruciaux incluent la présence de douleur cervicale et de limitation des mouvements cervicaux, généralement absentes dans le SCC isolé. Le signe de Spurling, consistant en une reproduction ou aggravation des symptômes lors de l'extension cervicale avec rotation et inclinaison homolatérales, oriente fortement vers une origine radiculaire. La distribution des symptômes suit un trajet d'un dermatome plutôt que la distribution spécifique du nerf médian(144,145,147).

L'examen neurologique peut révéler des anomalies des réflexes ostéotendineux (diminution du réflexe bicipital pour C6, tricipital pour C7), contrairement au SCC où les réflexes demeurent normaux. Une atteinte motrice selon une distribution myotomale (faiblesse des fléchisseurs du poignet en C6, des extenseurs en C7) diffère du déficit moteur thénarien sélectif du SCC. L'IRM cervicale permet de visualiser la compression radiculaire, tandis que l'ENMG peut démontrer des signes de radiculopathie avec atteinte de muscles innervés par le même myotome mais en dehors du territoire du nerf médian(144,145,147,148).

- **Syndrome du Double Écrasement (Double Crush)**

Le syndrome du double écrasement constitue une entité clinique controversée mais cliniquement pertinente, où une compression nerveuse proximale (généralement une radiculopathie cervicale) prédisposerait à une seconde compression distale au niveau du canal carpien. La théorie physiopathologique propose qu'une altération du transport axoplasmique au niveau proximal rendrait le nerf plus vulnérable à une compression distale(149,150).

La présentation clinique combine des éléments de radiculopathie cervicale et de SCC. Les patients peuvent rapporter une amélioration partielle après décompression chirurgicale d'un seul site, avec persistance de certains symptômes. L'ENMG peut révéler des anomalies électrophysiologiques à plusieurs niveaux. Le diagnostic de double écrasement doit être évoqué

lorsque la symptomatologie clinique ne correspond pas parfaitement à l'atteinte d'un site unique de compression ou lorsque la réponse au traitement d'un site isolé est incomplète(149,150).

- **Polyneuropathie**

Les polyneuropathies, particulièrement la polyneuropathie diabétique, peuvent mimer certains aspects du SCC mais se distinguent par leur présentation clinique caractéristique. Les paresthésies sont généralement bilatérales, symétriques et suivent une distribution distale en "gant-chaussette", affectant les membres inférieurs avant ou simultanément aux membres supérieurs(151).

L'examen neurologique révèle typiquement une diminution ou abolition des réflexes achilléens, un signe absent dans le SCC isolé. Les tests de provocation (Phalen, Tinel) sont généralement négatifs dans la polyneuropathie pure. L'ENMG montre une atteinte diffuse et symétrique des nerfs périphériques, contrastant avec l'atteinte focale du nerf médian au poignet caractéristique du SCC. Un bilan métabolique (glycémie, HbA1c, fonction thyroïdienne, vitamines B12) est indiqué pour identifier l'étiologie de la polyneuropathie(152).

- **Syndrome du Canal de Guyon**

Le syndrome du canal de Guyon résulte de la compression du nerf ulnaire au niveau du poignet et peut être confondu avec le SCC, particulièrement lorsque l'atteinte du nerf médian n'est pas strictement limitée au territoire classique. Les paresthésies touchent préférentiellement l'annulaire (côté ulnaire) et l'auriculaire, contrastant avec la distribution radiale du SCC(153,154).

L'examen clinique peut révéler une faiblesse des interosseux et une atrophie de l'éminence hypothénar dans les formes évoluées, épargnant l'éminence thénar. Le signe de Froment (flexion compensatrice de l'interphalangienne du pouce lors de la pince pouce-index) témoigne d'une atteinte du nerf ulnaire. Le signe de Tinel peut être positif au niveau du canal de Guyon, à distinguer de la positivité au niveau du canal carpien. L'ENMG confirme l'atteinte focale du nerf ulnaire au poignet, et l'échographie peut identifier des causes compressives locales (kyste, thrombose de l'artère ulnaire(153,154)).

- **Autres Diagnostics Différentiels**

Le syndrome du défilé thoracique se manifeste par des paresthésies diffuses de la main et du bras, aggravées par l'élévation du membre supérieur. Les tests de provocation vasculaires (test

d'Adson, test de Wright) peuvent révéler une diminution du pouls radial, ce qui n'est jamais observé dans le SCC isolé.

La ténosynovite de De Quervain provoque une douleur localisée à la face radiale du poignet et de la base du pouce, sans paresthésies nocturnes ni atteinte sensitive objective. Le test de Finkelstein (douleur provoquée par la déviation ulnaire du poignet avec le pouce fléchi dans la paume) est spécifiquement positif dans cette condition(155,156).

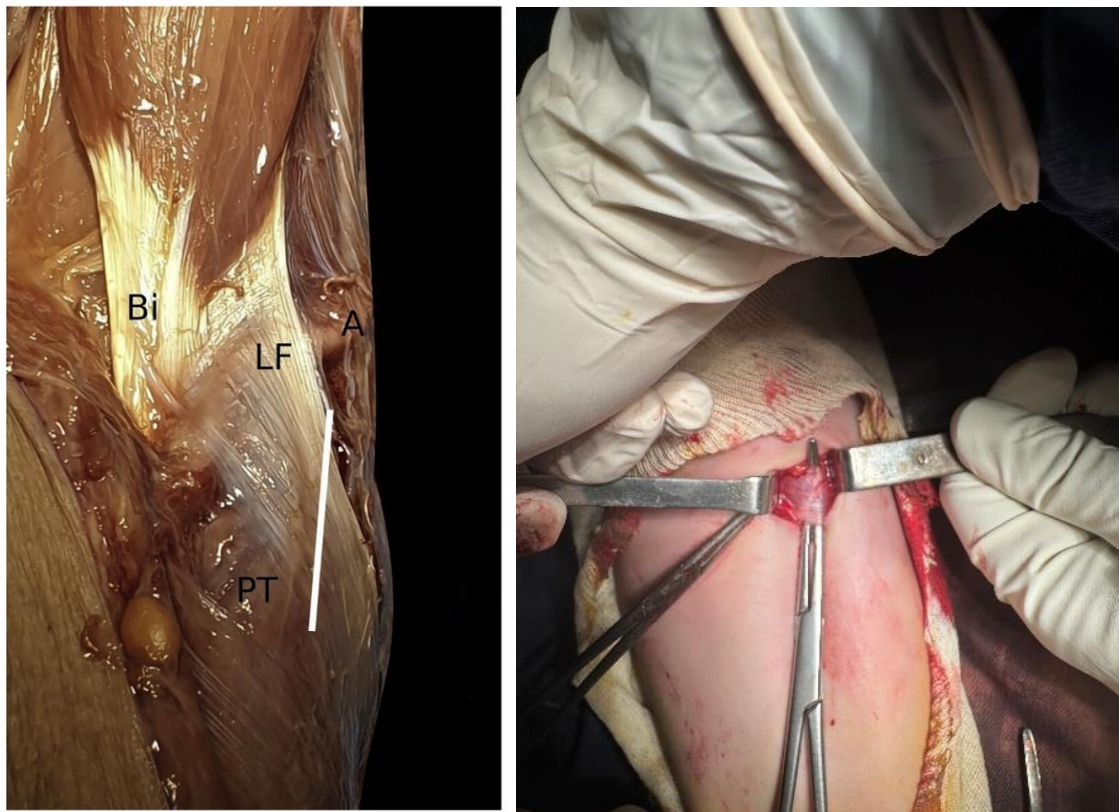
L'arthrose du poignet ou la rhizarthrose (arthrose trapézo-métacarpienne) se manifestent par une douleur mécanique diurne aggravée par l'utilisation de la main, contrastant avec les paresthésies nocturnes du SCC. La palpation révèle une douleur articulaire localisée et un crepitus, et les radiographies confirment les signes d'arthrose(157,158).

Le syndrome du rond pronateur, bien que rare, résulte d'une compression du nerf médian au niveau de l'avant-bras proximal. Les symptômes incluent des paresthésies dans le territoire du nerf médian mais avec atteinte de la branche palmaire cutanée (responsable de paresthésies palmaires) et aggravation par la pronation contrariée de l'avant-bras. L'ENMG révèle une atteinte focale proximale au canal carpien(159).

Le lacertus fibrosis

Le lacertus fibrosus est une structure anatomiquement variable impliquée dans une cause établie mais sous-diagnostiquée de compression proximale du nerf médian. Le syndrome du lacertus doit être reconnu comme une entité clinique distincte, différente du syndrome du canal carpien, avec sa propre triade diagnostique clinique (faiblesse musculaire proximale, douleur à la compression, SCT positif) et ses propres résultats chirurgicaux excellents. L'augmentation de la sensibilisation clinique à cette pathologie est essentielle pour améliorer le diagnostic et les résultats des patients présentant des symptômes de compression du nerf médian, en particulier chez ceux dont les symptômes persistent après une libération du tunnel carpien(160,161).

.



Anatomie du lacertus fibrosus(161) lacertus fibrosus (iconographie personnelle)

Figure 22 : Cure lacertus fibrosus

I.7 Traitement du syndrome du canal carpien

Le traitement inclue des approches non chirurgicales (orthèses, infiltrations, thérapies manuelles, injections de PRP ou dextrose)(162,163) et chirurgicales (libération ouverte, endoscopique, mini-invasive, ou guidée par échographie), bien qu' il n' y est pas de consensus une séquence usuelle est admise : essais conservateurs pour les formes légères à modérées ; chirurgie si échec, déficit moteur, atrophie thénarienne, formes sévères, ou atteinte électrophysiologique significative(164,165).

- Traitement non chirurgical :

Le traitement conservateur constitue généralement l'approche de première intention pour les formes légères à modérées, bien que son efficacité demeure variable selon les modalités employées et la sévérité des symptômes(163).

Orthèses d'immobilisation nocturne :

L'immobilisation du poignet par attelle nocturne représente l'une des approches conservatrices les mieux établies(166). Les orthèses maintiennent le poignet en position neutre, réduisant ainsi la pression intra canalaire et favorisant la récupération nocturne du nerf médian. Des études contrôlées randomisées démontrent une amélioration significative des symptômes à court terme (jusqu'à 6 mois) avec le port d'attelles nocturnes(163,167).

Une étude comparative récente (INSTINCTS trial) a révélé que l'injection de corticostéroïdes procure un soulagement symptomatique supérieur aux attelles nocturnes à court terme(168), bien que les deux approches demeurent efficaces. L'utilisation combinée d'attelles avec d'autres modalités thérapeutique(162,167,169).

Injections de corticostéroïdes et autres produits :

Les infiltrations locales de corticostéroïdes constituent un traitement conservateur efficace, particulièrement pour les formes légères à modérées. Une revue systématique Cochrane (170) confirme que les injections de corticostéroïdes sont supérieures au placebo pour améliorer les symptômes à court terme (jusqu'à 3 mois). Les bénéfices incluent une réduction significative de la sévérité des symptômes mesurée par le Boston Carpal Tunnel Questionnaire et une amélioration de la fonction.

Néanmoins, l'efficacité à long terme reste limitée. Une méta-analyse récente indique que 41,6% des patients nécessitent ultérieurement une libération chirurgicale. Environ 29% des patients

requièrent une réinjection(171). Les complications majeures sont rares, avec environ 3% de complications mineures rapportées. Les techniques guidées par échographie peuvent améliorer la précision de l'injection et potentiellement l'efficacité thérapeutique(172).

Les corticostéroïdes oraux représentent une alternative, bien que moins étudiée. Une étude randomisée démontre qu'un traitement oral de courte durée (2 ou 4 semaines) est efficace pour réduire les symptômes, sans différence significative liée à la dose ou à la durée du traitement(173). L'Hydrodissection : injections guidées échographie et alternatives (dextrose PRP etc.) : approches émergentes avec preuves encore incomplètes ;les essais contrôlés randomisés disponibles sont de taille modeste, avec un suivi à moyen terme (12–24 semaines). Néanmoins, les taux d'amélioration de la douleur atteignent souvent 60–80% à trois mois(174) .

Une méta-analyse en réseau comparant différentes modalités d'injection pour le SCC conclut que le plasma riche en plaquettes devrait être considéré comme traitement de première ligne, le dextrose et les stéroïdes représentant des alternatives thérapeutiques(175).

Mobilisation neuro dynamique et exercices de glissement :

Les exercices de glissement tendineux et nerveux visent à améliorer la mobilité du nerf médian et à réduire les adhérences péri nerveuses. Une revue systématique d'essais contrôlés randomisés suggère que ces exercices, combinés aux traitements conventionnels (attelles, modifications d'activité), procurent des bénéfices cliniques supérieurs au traitement conventionnel seul(176).

Une méta-analyse récente confirme que les techniques neuro dynamiques réduisent significativement la sévérité des symptômes, la douleur et la latence motrice, tout en améliorant les vitesses de conduction nerveuse(177).

Techniques de physiothérapie :

L'association de l'**ultrasonothérapie** avec les exercices de glissement nerveux semble procurer des bénéfices additifs pour améliorer la force de préhension, réduire la douleur et améliorer la fonction(178) .

Les ondes de choc radiales extracorporelles émergent comme alternative thérapeutique. Une étude randomisée comparant une session unique d'ondes de choc à l'injection locale de corticostéroïdes démontre une supériorité des ondes de choc à moyen terme (12-24 semaines), avec une efficacité soutenue. L'association des ondes de choc avec les traitements conservateurs

conventionnels (attelles, exercices) améliore significativement les scores symptomatiques et fonctionnels (179).

L'acupuncture représente une modalité thérapeutique traditionnelle étudiée pour le SCC. Une méta-analyse récente de 2023 suggère que l'acupuncture procure des bénéfices pour réduire l'intensité douloureuse et améliorer la fonction, bien que la qualité des preuves demeure faible à modérée(180).

L'électro acupuncture combinée aux attelles nocturnes démontre une efficacité supérieure aux attelles seules dans un essai randomisé portant sur 181 participants, avec des améliorations significatives de la sévérité symptomatique, de la fonction et de la dextérité après 17 semaines. Cependant, les différences entre les groupes restent cliniquement modestes(181).

Traitements pharmacologiques systémiques

Anti-inflammatoires non stéroïdiens (AINS) : Les données concernant l'efficacité des AINS oraux pour le SCC sont limitées et décevantes(182). L'application topique d'AINS par phonophorèse montre des améliorations cliniques, suggérant qu'une concentration locale accrue pourrait être plus efficace que l'administration orale systémique(183).

Vitamine B6 (pyridoxine)

L'utilisation de la vitamine B6 pour le SCC demeure controversée. Bien que certaines études anciennes aient suggéré des bénéfices basés sur l'hypothèse d'une déficience en vitamine B6(184), Toutefois, l'association de vitamines B neurotropes (B1, B6, B12) à forte dose peut procurer des bénéfices pour certains patients, particulièrement en présence de neuropathie périphérique concomitante(185).

Modifications ergonomiques et préventives

L'Interventions en milieu professionnel par la prévention du SCC en milieu de travail repose sur la réduction des facteurs de risque biomécaniques et organisationnels(186) :des interventions visant à réduire la vitesse du poignet (maintenue sous 20°/s en médiane sur une journée de travail) pourraient réduire la prévalence du SCC de 93% dans les groupes professionnels masculins hautement exposés(187).

L'action sur les facteurs de risque modifiables :

L'obésité représente un facteur de risque majeur et indépendant pour le développement du SCC. Des études de randomisation mendélienne confirment une relation causale entre l'indice de

masse corporelle (IMC) élevé et le risque accru de SCC (OR 1,66; IC 95% 1,39-1,97). Le risque augmente progressivement avec l'IMC, les patients obèses (IMC ≥ 30) présentant une sévérité électrophysiologique accrue, la réduction pondérale pourrait théoriquement diminuer l'incidence et la sévérité du SCC, bien que les données interventionnelles prospectives soient limitées(188).

Le diabète de type 2 constitue un facteur de risque indépendant pour le SCC (OR 1,17 ; IC 95% 1,07-1,29). L'analyse de médiation suggère que 34,4% de l'effet de l'IMC sur le SCC est médié par le diabète. Le contrôle glycémique optimal pourrait potentiellement réduire le risque de développement ou de progression du SCC, bien que les données spécifiques manquent(189).

L'hypothyroïdie est fréquemment citée comme facteur de risque pour le SCC, les données précises concernant l'impact du traitement thyroïdien substitutif sur l'évolution du SCC restent limitées dans la littérature récente. Le mécanisme postulé implique le dépôt de mucopolysaccharides dans le canal carpien(190,191).

Pour finir la thérapie combinée intégrant plusieurs modalités (orthèses + exercices + modalités physiques) semble procurer des bénéfices supérieurs aux interventions isolées. Pour les formes légères à modérées résistantes au traitement conservateur initial, les injections de corticostéroïdes guidées par échographie représentent une option efficace avant d'envisager la chirurgie et cela sur une période recommandée de 3 à 6 mois est généralement pour les formes légères à modérées. Les facteurs prédictifs d'échec du traitement conservateur incluent la sévérité électrophysiologique initiale, la durée prolongée des symptômes, et la présence d'atrophie thénarienne(175,182,192).

- **Traitement chirurgical :**

Depuis la description initiale des techniques de libération chirurgicale au milieu du 20^e siècle, les modalités de traitement ont évolué, passant de la décompression chirurgicale ouverte à des approches peu invasives telles que les libérations endoscopiques et guidées par ultrasons (1). Le fardeau social et économique du SCC, notamment les absences prolongées au travail et les déficiences fonctionnelles, souligne l'importance d'optimiser les stratégies de traitement (193) .

Holmgren (1985) (194,195)montre que la neurolyse intra fasciculaire est inutile Schuind (1990)(196) montre que la synovectomie est inutile le traitement du syndrome du canal carpien contre l'ouverture simple du ligament transverse du carpe affirmation appuyée par plusieurs études et méta analyses récentes :

Une méta-analyse récente de 2021 incluant 292 poignets a conclu de manière définitive que "les preuves disponibles suggèrent que la synovectomie fléchisseur est un adjuvant inutile qui ne procure aucun bénéfice à la libération du canal carpien, et ne devrait pas être utilisée en routine pour traiter le syndrome du canal carpien primaire"(197) .

Plusieurs techniques de cette libération du ligament transverse antérieure du carpe sont décrites : la chirurgie ouverte classique, la technique mini-open, et la technique endoscopique. Chaque méthode présente des avantages, des inconvénients et des profils de complications distincts.

- **L'approche ouverte**

Consiste en une incision palmaire de 3 à 4 cm suivant le bord radial du 4^e doigt, permettant une dissection et une libération complète du rétinaculum des fléchisseurs.

Avantages : exposition directe des structures, sécurité maximale pour éviter une section nerveuse incomplète, applicable dans toutes les formes, y compris récidivantes ou post-traumatiques.

Inconvénients : douleurs de pilier fréquentes, cicatrice sensible, œdème local prolongé, récupération fonctionnelle plus lente (4 à 6 mois pour la force).

Complications : douleur cicatricielle neurogène, douleur du pilier (1-36 %), algodystrophie, instabilité des tendons fléchisseurs, ou lésion exceptionnelle d'un nerf ou de l'arcade palmaire (0,5 % majeures)(165,198).

- **Techniques mini-open :**

L'incision est réduite (1–1,5 cm) au poignet ou sur le bord distal du rétinaculum.

Avantages : cicatrice plus discrète, récupération fonctionnelle initiale plus rapide, douleur postopératoire atténuée. **Inconvénients** : risque accru de section incomplète du rétinaculum et de lésion iatrogène (nerf médian ou branches digitales) en raison de la visibilité limitée.

Complications : symptômes persistants dus à une libération incomplète, douleurs locales, ou récurrence secondaire à fibrose périneurale.

L'amélioration vient avec **nouvelles Techniques guidées mini-invasives** (KnifeLight, kits spécialisés, échoguidées, percutanées) : Les techniques mini-invasives contemporaines se distinguent par leurs approches variées : certaines utilisent des instruments spécialisés (KnifeLight, crochets), d'autres exploitent le guidage échographique en temps réel, tandis que

d'autres encore proposent des libérations percutanées innovant qui tendent à réduire l'ouverture cutanée et sécuriser le geste.

- **Technique endoscopique**

L'endoscopie, dérivée des méthodes d'Okutsu et d'Agee, permet la section interne du rétinaculum sous contrôle optique(198).

Avantages : cicatrice minimale, douleur post-opératoire réduite, reprise des activités entre 2 et 3 semaines plus rapide que la chirurgie ouverte, meilleure satisfaction à court terme(165).

Inconvénients : courbe d'apprentissage longue, coût plus élevé, contre-indiquée dans les formes aiguës, récidivantes ou en cas de synovite importante(198).

Complications : neuropraxie transitoire ($\approx 1,5\%$), section partielle d'un nerf ($0,1-0,2\%$), lésion tendineuse rare ($0,008\%$), conversion en chirurgie ouverte possible en cas de mauvaise visibilité (198).

Le CTS Relief Kit permet une libération endoscopique à port unique. Une étude préliminaire sur 100 cas a montré un taux de soulagement des symptômes de 94 %, sans lésion neurologique ou vasculaire permanente, et une récupération de la force de préhension en 3-4 semaines. La satisfaction des patients était supérieure à celle de la technique ouverte classique (199)Cependant, des limites techniques existent, notamment le risque de rotation de la canule et de blessure du nerf médian, ce qui a motivé le développement de kits modifiés pour améliorer la sécurité(200)

II. ETUDE PRATIQUE

II.1 Cadre de l'étude :

Selon les résultats du sixième recensement général de la population et de l'habitat de l'année 2022 selon l'organisation nationale des statistiques(201), la wilaya d'Annaba compte 640 050 habitants et s'étend sur une superficie de 1 439 km². Située à l'extrême est du littoral algérien, elle est délimitée au nord par 80 km de côtes méditerranéennes, au sud par la wilaya de Guelma, à l'ouest par Skikda et à l'est par El-Taref.

Sur le plan sanitaire, la wilaya dispose de 10 hôpitaux, dont un centre hospitalo-universitaire (CHUA), 10 polycliniques et 64 salles de soins. Le CHUA d'Annaba dépasse toutefois le cadre d'un simple hôpital de wilaya : en tant qu'établissement de référence, il assure la prise en charge spécialisée de populations issues non seulement de la wilaya d'Annaba, mais également des régions voisines (El-Taref, Skikda, Guelma, Souk-Ahras et Tébessa).

Le recrutement des patients inclus dans cette étude s'est effectué à la consultation spécialisée d'orthopédie de la polyclinique de Sasaf, relevant du CHU d'Annaba.

Présentation du service d'orthopédie du CHU d'Annaba :

Le service d'orthopédie du CHU d'Annaba est composé de trois unités :

- **Unité hommes** : avec 30 lits
- **Unité femmes et enfants** : avec 26 lits
- **Unité de réanimation post opératoire** : avec 04lits
- **Un bloc opératoire** :03 salles opératoires

II.2 Méthode :

Sur le plan méthodologique, notre travail peut être assimilé à une étude de cohorte particulière prospective, comparant deux groupes de patients exposés à deux techniques chirurgicales différentes. Toutefois, la répartition n'ayant pas été aléatoire mais systématique après un tirage initial, il s'agit en réalité d'un essai comparatif non randomisé, monocentrique et prospectif. L'investigateur principal de l'étude revoit les patients à J1, à 1 mois, à 3 mois et à 6 mois.

Toutes les interventions chirurgicales réalisées dans le cadre de cet essai ont été effectuées par un seul opérateur. Ce choix méthodologique visait à réduire la variabilité inter-opérateur et à garantir une homogénéité technique dans la prise en charge des patients.

II.3 Matériels :

- Population et période de l'étude :

L'étude a porté sur une série de 72 patients adultes adressés en consultation spécialisée d'orthopédie à la polyclinique de Sasaf pour suspicion de compression du nerf médian au canal carpien. Les patients jugés éligibles (« bon pour l'essai ») après finalisation de leur dossier médical étaient orientés vers le service d'orthopédie de l'hôpital Ibn Rochd afin d'être programmés pour une intervention chirurgicale. La période de recrutement s'est étendue sur 24 mois de décembre 2022 à décembre 2024.

- Critères d'inclusion :

Les critères d'inclusion pour le traitement chirurgical sont :

-Age de 18 et plus.

-Diagnostic clinique de syndrome du canal carpien (SCC) : douleur nocturnes, paresthésies ou engourdissement dans le territoire du nerf médian,

-confirmation électrophysiologique par électromyogramme (EMG) montrant un ralentissement de la conduction sensitive et ou motrice du nerf médian.

-forme modérée a sévère du SCC justifiant un traitement chirurgical (critères EMG et ou échec du traitement conservateur pour une durée de 3 mois : attelle infiltration de corticoïdes (deux infiltrations espacées de 3 à 6 mois).

- Critères de non inclusion :

Enfants et femmes enceinte.

Examen électromyographie (EMG) négatif.

Une récurrence d'une chirurgie de décompression précédente.

Un syndrome du canal carpien secondaire à une chirurgie du radius distale par plaque palmaire et d'un shunt artérioveineux du côté affecté.

Présence d'une poly neuropathie.

Néoplasie du membre supérieur.

II.4 Conception de l'échantillon de l'étude :

Le choix de la méthode d'échantillonnage a été guidé par des considérations pratiques et scientifiques. En raison des délais prolongés de programmation chirurgicale, un nombre non négligeable de patients initialement éligibles renoncent à l'intervention dans notre service ou se dirigent vers d'autres structures. Cette contrainte organisationnelle, associée aux moyens

logistiques disponibles, ne permettait pas de recourir à une procédure de randomisation stricte telle qu'elle est habituellement préconisée dans les essais cliniques. Nous avons donc retenu une méthode de répartition systématique, considérée comme un compromis méthodologique pertinent dans notre situation. Ce choix a permis d'assurer un équilibre numérique entre les groupes tout en demeurant applicable dans les conditions réelles de notre environnement de soins.

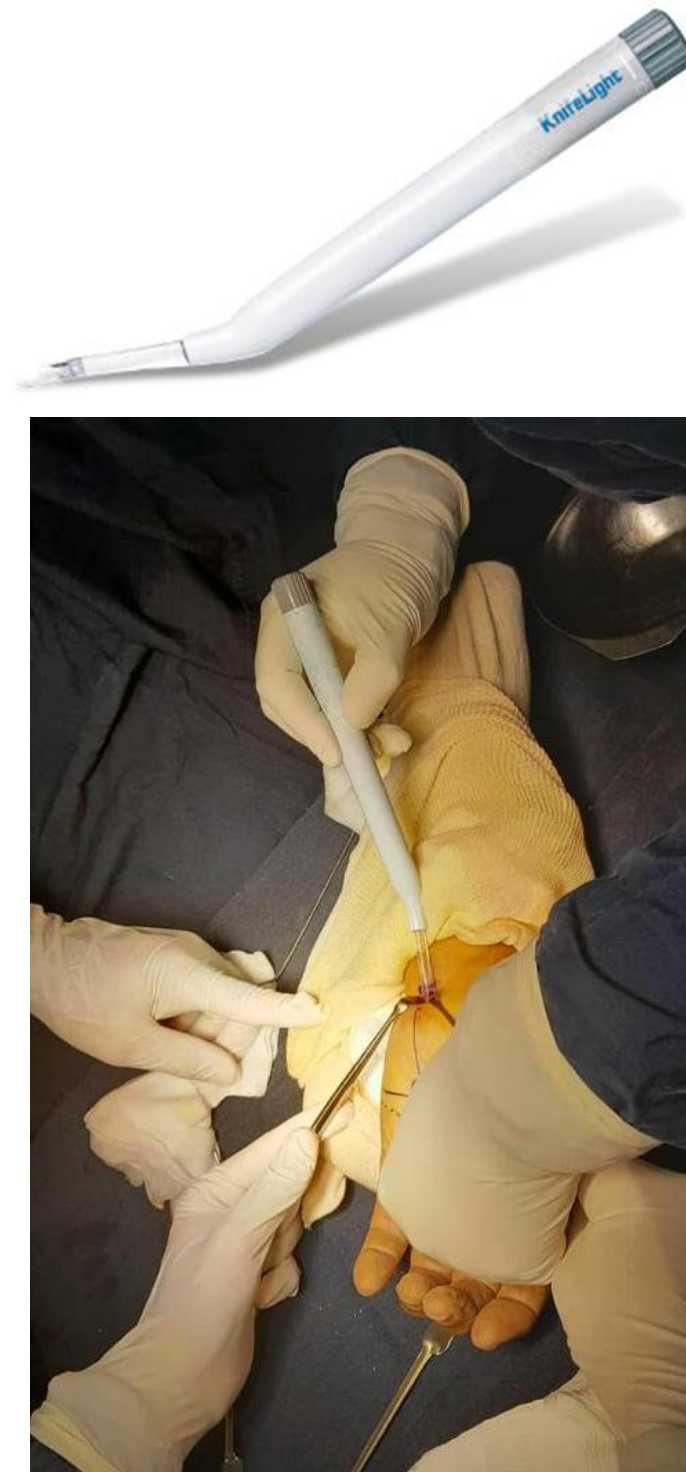
Ce choix méthodologique est d'autant plus pertinent que l'efficacité et la sécurité des techniques mini-invasives de libération du retinaculum des fléchisseurs, qu'elles soient endoscopiques ou mini-open, ont déjà été largement démontrées par la littérature internationale. Notre étude ne visait donc pas à remettre en question ces acquis, mais plutôt à évaluer la performance et l'efficacité de ces deux techniques dans un contexte de ressources limitées, où l'optimisation de l'utilisation des ressources disponibles revêt une importance particulière.

Sur le plan pratique, la répartition des patients a été réalisée de la manière suivante : un tirage au sort initial a déterminé la technique chirurgicale appliquée au premier patient. Les inclusions ultérieures ont ensuite été attribuées en alternance à l'une ou l'autre des deux techniques, de sorte à constituer progressivement deux groupes équilibrés. Ce processus s'est poursuivi jusqu'à atteindre un effectif total de 72 patients, soit 36 opérés par la technique endoscopique et 36 par la technique mini-open. Cette répartition systématique, bien qu'elle ne corresponde pas à une randomisation au sens strict, a permis d'obtenir deux groupes comparables et d'assurer la faisabilité de l'étude dans le cadre contraint de notre pratique hospitalière.

II.5 Procédures chirurgicales:

- **Libération du canal carpien par la technique mini open au knife light de stryker USA:**

Le KnifeLight (figure :) est un instrument muni d'une lame entre deux embouts plats et d'une source lumineuse intégrée, permettant la transillumination des tissus pour guider la coupe du ligament transverse(202).



A gauche :knifelight (203)

A droite : Le knifelight : iconographie personnelle

Figure 23 : Knifelight

L'intervention est réalisée sous anesthésie locorégionale, en condition d'asepsie rigoureuse, avec le patient installé en décubitus dorsal, le membre supérieur en abduction et l'avant-bras en supination garrot pneumatique gonflé; Après la préparation cutanée, une incision longitudinale palmaire courte, dans le soft point de la paume de 1 à 2 cm, au bord distal du RF préalablement repéré : à l'intersection de la bordante radiale de l'annulaire et de la ligne de Kaplan dessinée par le prolongement du pouce en abduction (Figure 24) .



Marquage des repères pour l'incision proximale et ou distale : iconographie personnelle.

Figure 24 : Repères cutanée voie d'abord mini open au knife light

Les tissus sous-cutanés étaient disséqués avec précaution afin d'exposer le bord distal du ligament annulaire antérieur du carpe tout en préservant les structures vasculonerveuses adjacentes, l'arcade palmaire distale sécurisée en aval de la ligne de Kaplan. La section du ligament transverse était réalisée selon un abord direct, à l'aide du couteau lumineux, l'épaisseur du ligament comprise entre les deux patins le plus long en bas servant de butoir de

sécurité à la fin de la coupe proximale contre pisiforme permettant un contrôle visuel par transillumination tout au long du geste (202–204).

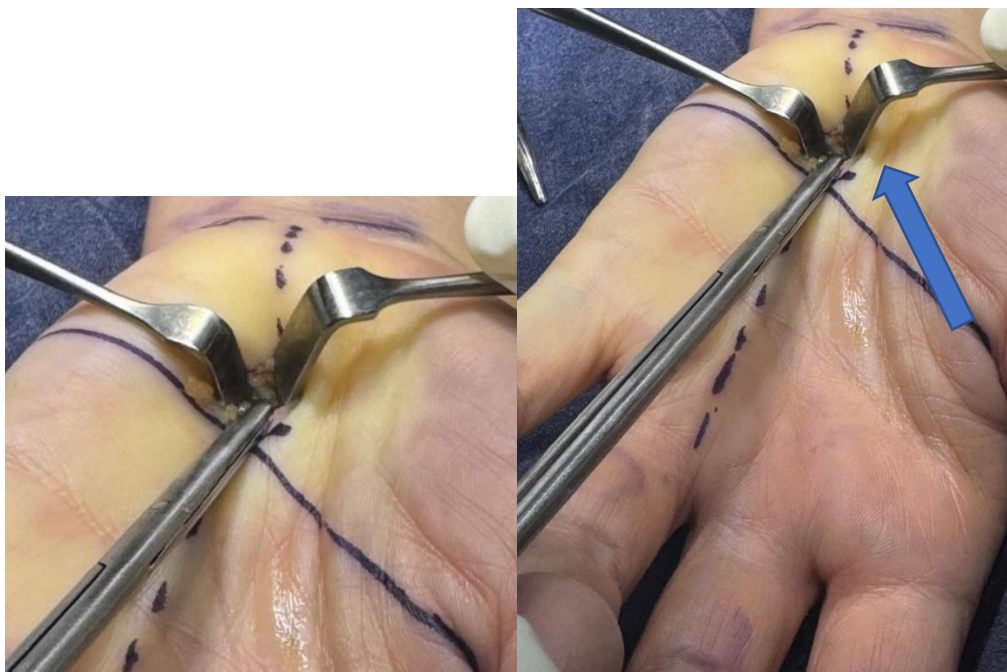


Figure 25 : Repérage et libération du bord distal du LAAC (flèche bleu) iconographie personnelle

La libération complète du ligament était systématiquement vérifiée par une double exploration, tant visuelle (transillumination) qu'instrumentale (manœuvre de levier du couteau), afin d'exclure toute compression résiduelle du nerf médian et qui est maximale au bord distal du LTC raison pour laquelle la libération disto-proximale a été choisie. Aucune procédure de neurolyse n'était entreprise. Après irrigation au sérum physiologique de la plaie, la fermeture cutanée était effectuée en un plan par des points séparés.



Figure 26 : Progression de la transillumination (iconographie personnelle)

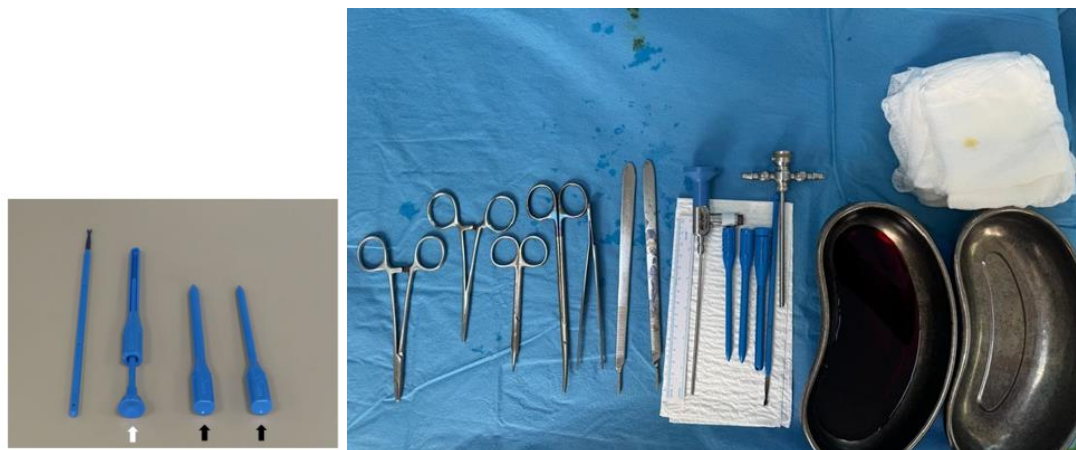
Aucune immobilisation n'a été entreprise, patient a bénéficié d'un pansement léger et la mobilisation active des doigts débutait dès la première journée postopératoire, conformément aux protocoles de rééducation préétablis les consignes étaient d'éviter toute activité exigeant de la force pendant trois semaines avec encouragement à la reprise de la gestuelle usuelle pour une autonomie graduelle



Figure 27 : Plaie palmaire à j7

- Libération endoscopique avec le kit CTS Relief :

L'intervention a été réalisée sous anesthésie locorégionale ou générale. Un garrot a été posé. L'intersection d'une ligne longitudinale le long du bord radiale de l'annulaire et de la ligne de Kaplan est utilisée pour identifier l'emplacement approximatif de l'extrémité distale du ligament carpien transverse (LTC).



A gauche :Kit CTS Relief ® . Canule (flèche blanche), deux dilateurs (flèches noires) et couteau (205).

Figure 28 : Kit relief de conmed

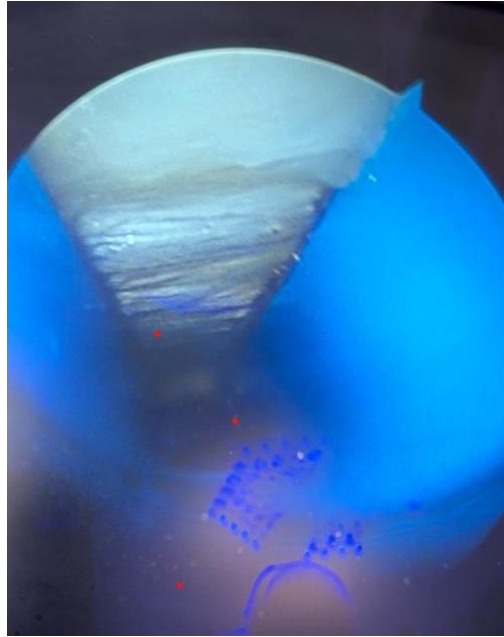
Une incision transversale unique a été pratiquée sur le pli distal du poignet, partant du côté radial du tendon palmaris longus et s'étendant de manière ulnaire sur 1 à 1,5 cm. Pour les patients n'ayant pas de tendon du grand palmaire, une incision de 1 à 1,5 cm a été pratiquée dans le prolongement de la ligne bordant le cote radiale de l'annulaire.



**A gauche : repères cutanés de la voie d'abord proximale : iconographie personnelle.
A droite Voie d'abord proximale pour l'endoscopie : iconographie personnelle**

Figure 29 : Voie d'abords endoscopique mono portale

Le ligament carpi volare prolongeant le RF proximale, est ouvert prudemment au bistouri mécanique lame de 15, sa face endo canalaire est libérée délicatement puis son bord est levé par un crochet pour permettre l'introduction du premier puis du deuxième dilateur dont la progression est guidée vers l'annulaire en distalité, la canule fendue est introduite, nettoyée au coton puis l'arthroscopie est introduit dans la visualisant les fibres transversales caractéristiques du RF progressant distalement jusqu'à visualiser la graisse sous cutanée marquant la fin du LTC.



Visualisation des fibres transversales du carpi volar(LAAC) : iconographie personnelle

Figure 30 : Identification des fibres transversales du LAAC

La lame est introduite a travers la fente de la canule est le LTC est incisé de proximale a distale sous contrôle de l'arthroscope en permanence , l'écartement des berges incisées du RF et l'effondrement dans la fenêtre de visualisation de la graisse sous cutanée signe l'ouverture du LTC de la canule protégeant le nerf dont l'intégrité est vérifiée en fin de procédure (206).

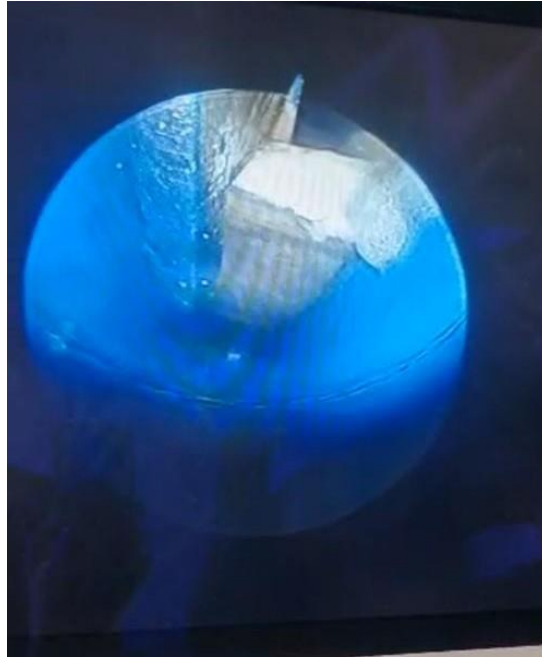
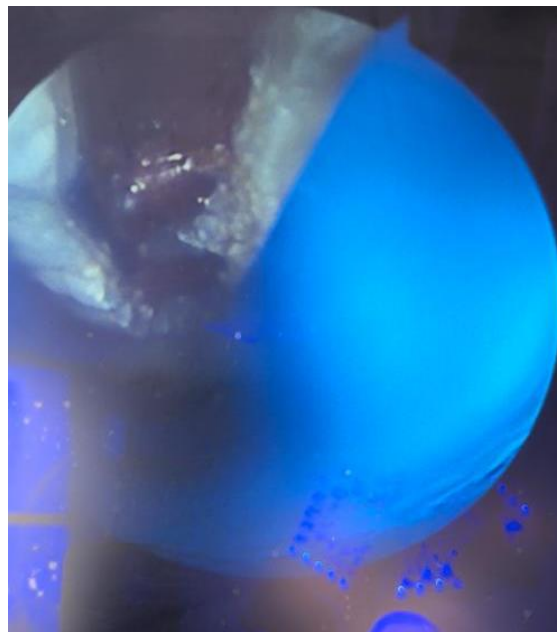


Figure 31 : Section proximo distale du LAAC (iconographie personnelle)



Ecartement des berges lors de la libération du LAAC

Figure 32 : Ouverture du LAAC : iconographie personnelle

La trans illumination après section du retinaculum est moyen de contrôle de la section de ce dernier



Figure 33 : Contrôle par transillumination de l'ouverture du LAAC

Fermeture cutanée par un surjet intradermique, pansement sec, sans immobilisation post opératoire avec pour recommandation de bouger ses doigts seul les gestes nécessitant l'usage de la force est déconseillé pendant trois semaines.

- Technique de conversion :

On a procéder par la même incision dans le plis du poignet a une libération antérograde dans le sens du nerf, le RF est libéré sur ses deux faces le couteau empaume l'épaisseur de ce dernier dans la projection du bord radiale de l'annulaire la progression de la trans illumination du knife light est guide jusqu'au Safe point le patin inferieur est palpé par l'index de la main opposée au-dessus de la ligne de Kaplan , suture cutanée après irrigation au sérum physiologique , pansement sec sans immobilisation des doigts(203,207) .



Libération par voie proximale au knife light après échec de la libération endoscopique

Figure 34 : Conversion par libération antérograde par knife light (iconographie personnelle)

II.6 Critères de jugement :

- Critères de jugement de l'efficacité :

L'efficacité du traitement sera **principalement** évaluée par l'amélioration de la sévérité symptomatique du syndrome du canal carpien, mesurée à l'aide du Boston Carpal Tunnel Questionnaire – Symptom Severity Scale (BCTQ-SSS).

Les patients seront évalués en préopératoire, puis aux temps 1 mois, 3 mois et 6 mois postopératoires.

Cet outil validé permet d'objectiver la douleur, les paresthésies et la gêne fonctionnelle, et constitue le critère le plus pertinent pour mesurer le bénéfice clinique attendu.

Afin d'évaluer de manière plus globale l'efficacité des deux techniques chirurgicales, plusieurs critères secondaires seront recueillis :

Fonction spécifique de la main : évaluée par le **BCTQ-Functional Status Scale (BCTQ-FSS)** aux mêmes temps que le critère principal.

Fonction globale du membre supérieur : mesurée par le **QuickDASH** en préopératoire, à 1 mois, 3 et 6 mois.

Douleur : intensité évaluée par l'**Échelle Visuelle Analogique (EVA, 0–10)** en préopératoire, à J1, 1 mois, 3 mois et 6 mois.

Réveils nocturnes : nombre et fréquence, rapportés par le patient, en préopératoire, à 1, 3 et 6 mois.

Paresthésies : documentées via les items spécifiques du BCTQ-SSS et questionnaire patient.

Sensibilité objective : mesurée par la **discrimination à deux points (2PD)** en préopératoire, à 3 et 6 mois.

Force de préhension : évaluée par le **dynamomètre de Jamar**, en préopératoire, à 3 et 6 mois.

Protocol de mesure :

La mesure de la force de préhension avec le dynamomètre de Jamar est un outil d'évaluation standard pour évaluer les résultats fonctionnels avant et après la chirurgie de libération du canal carpien (syndrome du canal carpien).

Principales Conclusions de la Littérature

1. Amélioration Post-Opératoire

- Les études montrent généralement une amélioration significative de la force de préhension après la libération du canal carpien

- La récupération peut prendre plusieurs mois (généralement 3-6 mois pour une récupération optimale)
- L'amélioration varie selon la sévérité préopératoire du syndrome

2. Protocole de Mesure Standard

- Le dynamomètre de Jamar est l'outil de référence pour mesurer la force de préhension
- Mesures généralement prises en position assise, coude fléchi à 90°
- Moyenne de 3 tentatives par main
- On prends en compte la valeur la plus haute

Force de pince pouce index (pinch test tripode), a l' aide de la jauge de JAMAR préopératoire, à 3 et 6 mois

Protocole de mesure :

Assis, pieds à plat, dos soutenu.

Épaule : add, rotation neutre. Coude : 90°. Avant-bras : neutre (ni prono ni supi).

Poignet : neutre à légère extension (0–30°), déviation ulnaire 0–15°.

Bras reposant sur l'accoudoir ou table, sans appuyer l'appareil sur la table

Pince **tripode** : pulpe du pouce contre pulpes index + majeur.

Consigne au patients : Serrez **le plus fort possible pendant 3 secondes... Relâchez**

Le dynamomètre tenu **au-dessus de la main**, sans contact avec la paume ni la table.

On effectue trois mesures : on prend en considération la valeur la plus forte

-Retour aux activités de base : délai en jours, rapporté par le patient (habillage, hygiène, autonomie quotidienne).

-Reprise des tâches ménagères légères : questionnaire patient (balayage, cuisine, port d'objets < 2–3 kg), suivie jusqu'à 6 mois.

Satisfaction globale des patients Likert a 5 points

- Critères de jugement de l'efficacité :

1) Durée de l'intervention chirurgicale : Comparaison du temps opératoire entre les deux techniques.

2) Complications et effets indésirables :

Taux de complications per et postopératoires (infections, lésions nerveuses, hématomes)

Taux de ré interventions nécessaires.

II.7 Collecte et analyse des données :

Pour évaluer ces critères, des données sont collectées avant l'intervention, immédiatement après, à court terme (3-6 mois) pour bien saisir l'évolution des résultats. Une fiche d'évaluation est remplie par un même examinateur.

II.8 Conception de la fiche de collecte des données :

La fiche de collecte des données a été conçue à partir des données de la littérature et de notre expérience clinique. Elle a fait l'objet d'un premier test auprès de quelques patients, ce qui a permis d'identifier certaines insuffisances, d'ajouter des variables manquantes et de réorganiser l'ordre des items. Après un second test, la version définitive a été validée et utilisée pour le recueil standardisé des informations au cours de l'étude (Annexe ...).

Les principales variables enregistrées sont regroupées en deux sections :

Données sociodémographiques : âge, sexe, état marital, situation professionnelle ;

Données cliniques et paracliniques : éléments nécessaires à l'évaluation des critères de jugement, complétés par les résultats des examens complémentaires (analyses biologiques, biochimiques et électromyogramme).

Toutes les variables ont été consignées sur la fiche médicale au moment de l'inclusion des patients, puis lors des contrôles de suivi réalisés à J1, un mois, trois mois et six mois.

II.9 Logiciels et analyse des données :

L'ensemble des analyses statistiques a été réalisé à l'aide de plusieurs logiciels spécialisés afin d'assurer la fiabilité des résultats. Les logiciels utilisés sont : IBM SPSS Statistics, version 27 (IBM Corp., Armonk, NY, USA), Epi Info™, version 7.2.5.0 (Centers for Disease Control and Prevention, Atlanta, USA), EpiData Analysis, version 2.2.3.187 (EpiData Association, Odense, Danemark), ainsi que jamovi, version 2.5.6 (The jamovi project, Sydney, Australie).

II.10 Méthodes statistiques utilisées :

Afin de comparer les groupes étudiés et d'évaluer la significativité des différences observées, diverses méthodes statistiques adaptées au type de variables recueillies ainsi qu'à la conception de l'étude ont été employées. Le seuil de signification statistique a été fixé à $p < 0,05$. »

- Analyse descriptive

Les variables qualitatives ont été décrites en effectifs absolus (n) et en pourcentages (%).

La distribution des variables quantitatives a été testée par le test de Shapiro-Wilk.

- En cas de distribution normale, elles ont été exprimées en moyennes $\pm$ écart-type (ET), avec leur intervalle de confiance à 95 % (IC95 %).
- En cas de distribution non normale, elles ont été présentées en médianes avec intervalle interquartile (IQR) et IC95 %.

- **Analyses comparatives et mesures d'association**

Le choix des tests statistiques a été guidé par la nature des variables et la vérification des conditions d'application (normalité, homoscédasticité).

- Variables qualitatives : comparaison par le test du Chi-carré (χ^2), ou le test exact de Fisher lorsque les effectifs théoriques étaient < 5 .
- Variables quantitatives : comparaison entre deux groupes indépendants par le test t de Student (si distribution normale) ou le test de Mann-Whitney (si distribution non normale). Pour plus de deux groupes, l'ANOVA à un facteur ou le test de Kruskal-Wallis ont été appliqués selon la distribution.
- Mesures d'association : la force des associations a été estimée à partir des indicateurs classiques, notamment le Risque Absolu (RA), le Risque Relatif (RR) et la Réduction Absolue du Risque (ARR), chacun accompagné de son intervalle de confiance à 95 %.
- Analyse stratifiée : les facteurs de confusion potentiels ont été explorés par la méthode de Mantel-Haenszel.

- **Cohérence interne (Échelles et scores utilisés):**

La performance fonctionnelle et symptomatique des patients a été évaluée à l'aide de plusieurs échelles validées. La fiabilité interne de ces instruments a été vérifiée par le calcul du coefficient α de Cronbach, une valeur $\alpha \geq 0,70$ étant considérée comme satisfaisante pour confirmer la cohérence interne des construits mesurés.

Le Functional Status Scale (FSS) permet d'apprécier le degré de limitation fonctionnelle liée au syndrome du canal carpien, en explorant l'impact des symptômes sur les activités quotidiennes. Des scores plus élevés traduisent une limitation plus importante.

Le Symptom Severity Scale (SSS) évalue l'intensité et la fréquence des symptômes (douleur, engourdissement, paresthésies), offrant ainsi une mesure subjective de la gravité clinique perçue par le patient. Un score élevé reflète une sévérité symptomatique plus marquée.

Le QuickDASH (Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand – version abrégée) mesure l'incapacité fonctionnelle du membre supérieur dans son ensemble. Il s'agit d'un score global de limitation fonctionnelle, où des valeurs élevées correspondent à une incapacité plus importante.

Enfin, des scores de satisfaction ont été recueillis pour estimer la perception globale des patients vis-à-vis du résultat chirurgical. Ces scores constituent un indicateur subjectif mais essentiel, reflétant l'acceptabilité et la valeur perçue de l'intervention du point de vue du patient.

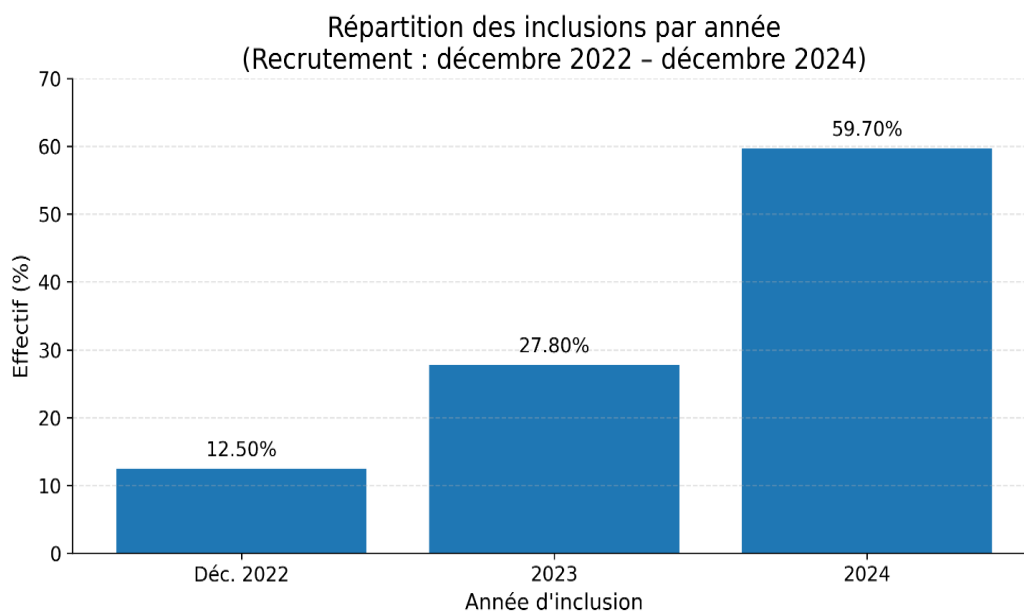
II.11 Implications Ethiques:

L'étude a été menée dans le respect des principes éthiques et de confidentialité des données. Chaque patient a reçu une information claire sur les objectifs et le protocole, puis a donné son consentement éclairé avant inclusion. Une note explicative en français et en arabe précisait que l'anonymat serait garanti. Le protocole s'inscrit dans les recommandations de la Déclaration d'Helsinki et a été validé par l'équipe encadrante

III. RESULTATS

III.1 Caractéristiques démographiques et cliniques de base de la population d'étude

1/Répartition de la population d'étude selon l'année d'inclusion



9 patients (12,5 %) ont été inclus en 2022, 20 (27,8 %) en 2023 et 43 (59,7 %) en 2024

2/Incidence hospitalière des cas opérés par endoscopie et mini open du syndrome du canal carpien (SCC) par année au CHU de Annaba

Tableau 1 : Incidence hospitalière des scc opérés par technique mini invasives

Année	Effectif	Admission	Incidence%
2022	9	773	1,16
2023	20	859	2,32
2024	43	910	4,73

Sur la période 2022–2024, Incidence **1,16 % à 4,73 % / admissions (773 à 910).**

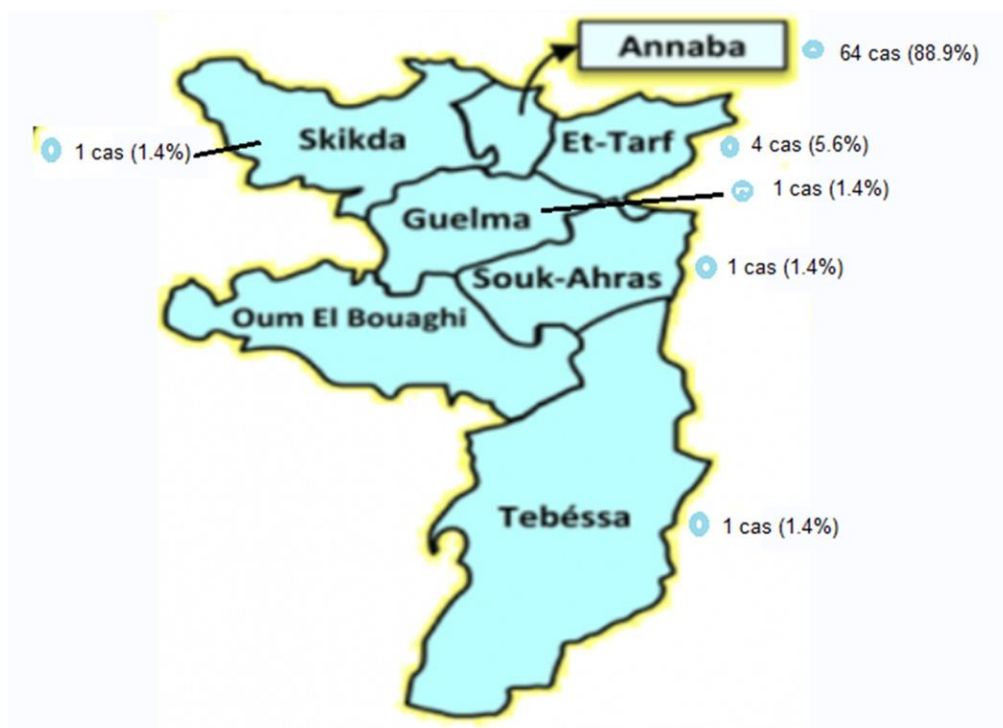


Figure 35 : Répartition selon origine géographique

88,9 % (64 patients) originaire de la wilaya d'Annaba,

4/Répartition selon l'origine d'orientation des patients recrutés

Tableau 2 : Répartition selon l'orientation

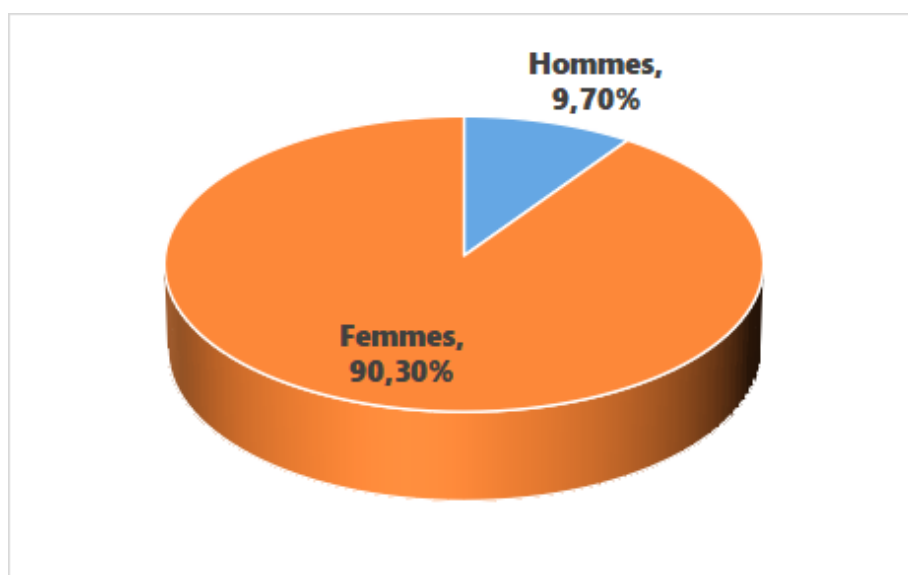
Orientation	Effectif	Pourcentage
Médecin généraliste	34	47,2%
Neuro- chirurgien	6	8,3%
Orthopédiste	32	44,4%
Total	72	100,0%

IC* : Intervalle de Confiance

5/Répartition selon le statut d'activité professionnelle des patients recrutés**Tableau 3 : Répartition selon activité professionnelle**

	Effectif	Pourcentage
Non actif	57	79.2
Actif	15	20.8
Total	72	100

Les non-actifs (retraites /femme au foyer) : 57/72 (79,2 %) vs 15/72 (20,8 %) d'actifs

6/Répartition selon le sexe des patients recrutés**Graphique 1 : Répartition selon le genre**

Un sex-ratio de 0,1

7/Répartition de la cohorte par classes d'âge et de sexe**Tableau 4 : Répartition selon l'âge et le genre**

	Sexe					
	Femmes		Hommes		Total	
	N	%	N	%	N	%
20-29 ans	2	3.1	3	42.9	5	6,9
30-39 ans	7	10.8	1	14.3	8	11,1
40-49 ans	24	36.9	2	28.6	26	36,1
50-59 ans	15	23.1	0	0.0	15	20,8
60-69 ans	14	21.5	1	14.3	15	20,8
70et+	3	4.6	0	0.0	3	3
Total	65	100.0	7	100.0	72	100,0
Moyenne (Ecart type)	51.3 ± 10.9		61.6 ± 11.6			
Min-Max	28-77		49-82			
IC* à 95 % pour la moyenne	48.6 à 54.0		50.9-72.3			
Seui de signification	p=0.021					

(p = 0,021) entre les femmes et les hommes inclus dans notre étude.

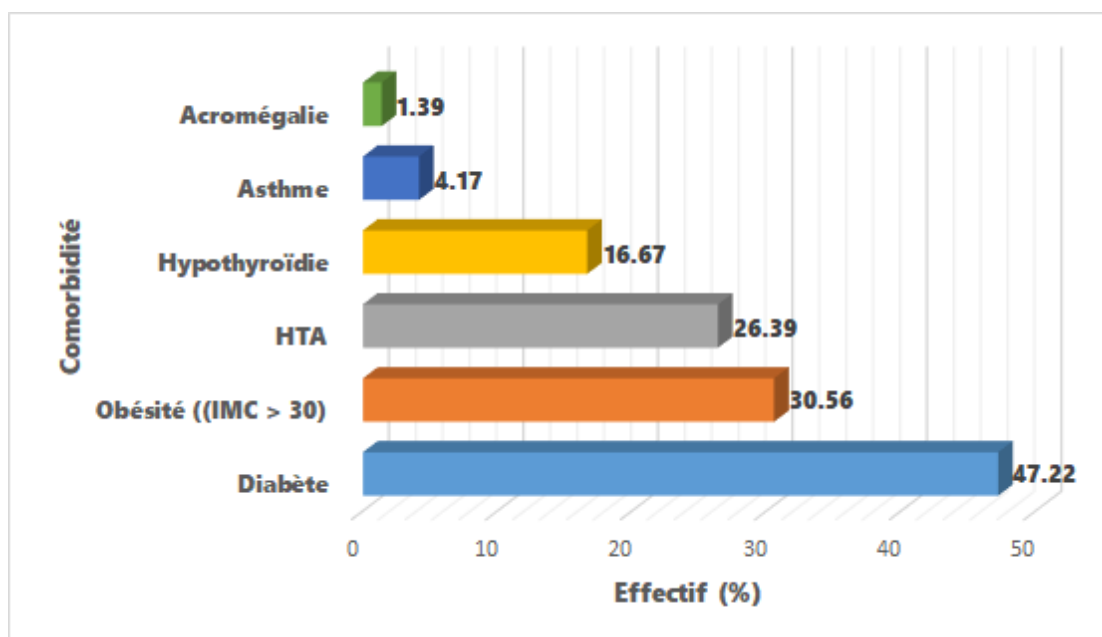
Les femmes, majoritaires (90,3%), age moyen **(51,3 ± 10,9 ans vs 61,6 ± 11,6 ans)**.

Les femmes entre 40 et 49 ans (36,9%),

8/Répartition selon les caractéristiques démographiques globale de la population d'étude (Endoscopique versus Mini-Open)

Tableau 5 : Répartition selon caractéristiques démographiques

Endoscopique (%)			Mini-Open (%)		Valeur p
Effectif	36		36		
Age, Moy.(E.type)	53.2 ± 12.0		51.4 ± 10.5		0.514
20-29 ans	1	2.8	1	2.8	0.852
30-39 ans	4	11.1	3	8.3	
40-49 ans	11	30.6	14	38.9	
50-59 ans	10	27.8	8	22.2	
60-69 ans	7	19.4	9	25.0	
70et+	3	8.3	1	2.8	
Sexe					
Femme	33	91.7	32	88.9	0.714*
Homme	3	8.3	4	11.1	
Profession					
Actif	11	30.6	4	11.1	0.042
Non actif	25	69.4	32	88.9	
Orientation					
Médecin généraliste	18	50.0	16	44.4	0.036
N.Chirurgien	0	0.0	6	16.7	
Orthopédiste	18	50.0	14	38.9	
Origine géographique					
Annaba	34	94.4	30	83.3	0.386
El Taref	1	2.8	3	8.3	
Guelma	0	0	1	2.8	
Skikda	0	0	1	2.8	
Souk-Ahras	0	0	1	2.8	
Tebessa	1	2.8	0	0	

8/Répartition selon le profil de comorbidités par bras d'intervention :**Graphique 2 : Répartition selon les comorbidités**

Le diabète (67 % ; n = 34),

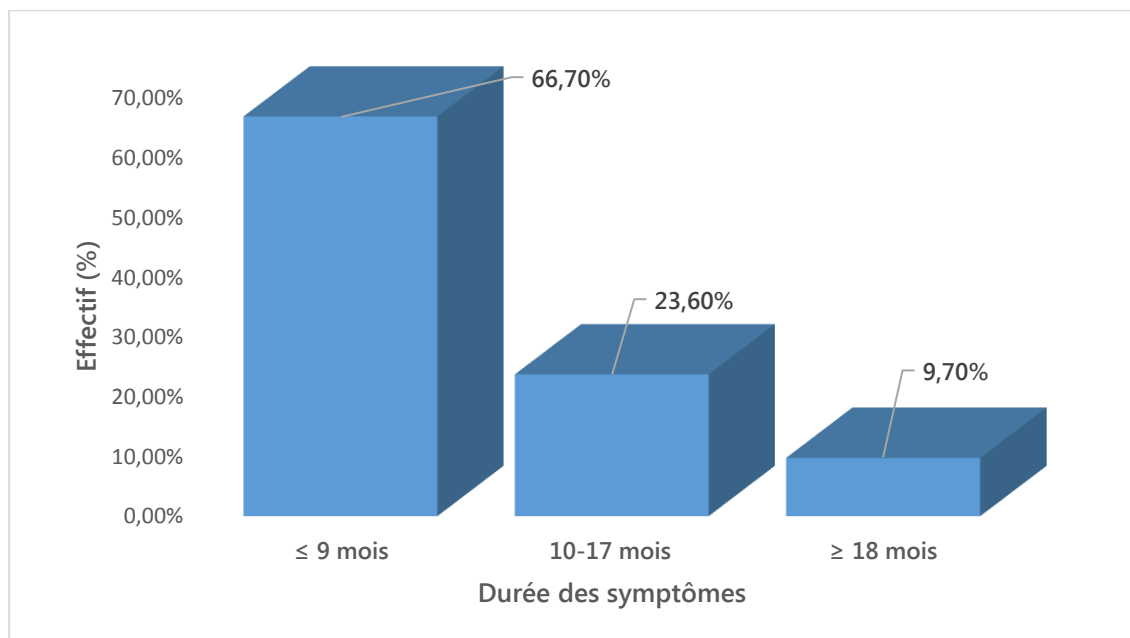
L'obésité (43,13 % ; n = 22),

L'hypertension artérielle (37,25 % ; n = 19) et

L'hypothyroïdie (21,56 % ; n = 11).

III.2 Évaluation Préopératoire

1/ Répartition selon la durée des symptômes préopératoires (mois) à l'inclusion :



Graphique 3 : Répartition selon la durée des symptômes

Médiane des symptômes était de **9 mois** [IQR : 6–15], (moyenne = $10,7 \pm 5,6$ mois)

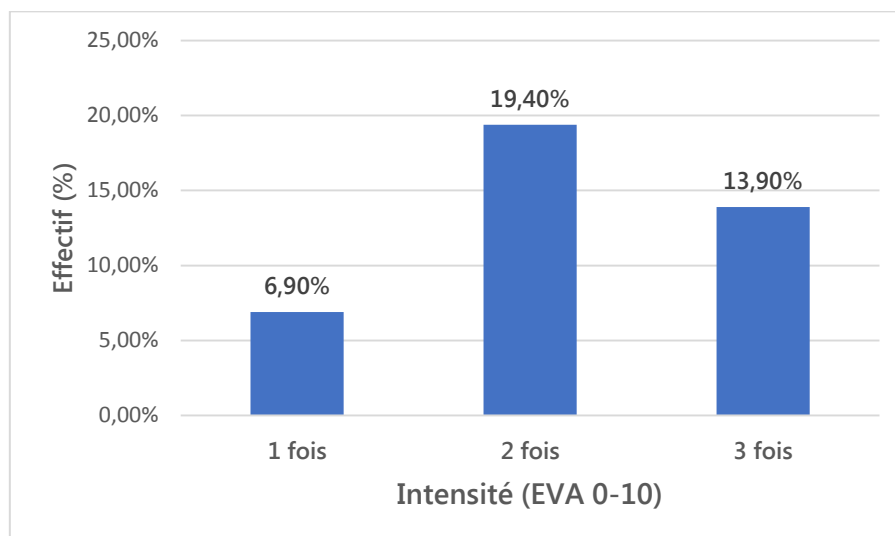
2/Répartition selon la fréquence des réveils nocturnes liés aux symptômes :**Tableau 6 : Répartition selon la fréquence des réveils nocturnes**

	Effectif	Pourcentage
1 fois	5	6.9
2 fois	14	19.4
3 fois	10	13.9
4 fois	37	51.4
5 fois	6	8.3
Total	72	100.0
Moyenne (± ET)	3.35 ± 1.10	
Médiane	4.00	
Min.-Max	1-5	

Symptômes nocturnes chez 100 % de la cohorte

Médiane de 4 réveils par nuit

59,7 % des patients rapportant ≥4 réveils,

3/Intensité douloureuse initiale (EVA 0–10) à l'inclusion (n=72)**Graphique 4 : Répartition selon la douleur pré opératoire**

Avec une moyenne de $8,1/10 \pm 1.1$ sur l'échelle visuelle analogique

94,4 % des patients présentant une douleur $\geq 7/10$.

4/Répartition selon Prévalence des tests de provocation à l'inclusion**Tableau 7 : Répartition selon les tests de provocations**

	Effectif	Pourcentage
Test de Phalen		
• Positif	69	95.8
• Négatif	3	4.2
Signe de Tinel		
• Positif	62	86.1
• Négatif	10	13.9
Scratch-Collapse Test		
• Positif	53	73.6
• Négatif	19	26.4
Durkan		
• Positif	72	100.0
• Négatif	0	0.0

Durkan 100 % (72/72), Phalen 95,8 % (69/72), Tinel 86,1 % (62/72) et Scratch-Collapse 73,6 % (53/72).

5/Répartition par bras de la force de préhension au dynamomètre (Jamar) en préopératoire :**Tableau 8 : Répartition selon la force de la poigne**

Bras	N	Moyenne $\pm$ ET	Médiane [IQR]	Min–Max
Endoscopique	33	17.55 $\pm$ 4.94	17.00 [16.00–20.00]	5.00–28.00
Mini-Open	36	16.19 $\pm$ 3.17	17.00 [15.00–18.00]	9.00–22.00

Test utilisé: Mann–Whitney U; $p = 0.200$. Effets: Hedges $g = 0.33$ [-0.15; 0.80]; Δ moyennes (Endoscopique – Mini-Open) = 1.35 [-0.67; 3.37]; r de rang = 0.15.

(Endoscopie 17,55 $\pm$ 4,94 vs Mini-open 16,19 $\pm$ 3,17 kg ; médiane 17,0 dans les deux bras ; SMD = 0,33), sans différence statistiquement probante (Mann–Whitney $p = 0,200$)

6/ Répartition par bras de la force de la pince tri digitale : Three- jaw chuck Pinch test (jauge de JAMAR) en préopératoire

Tableau 9 : Répartition selon la force de la pince tripode

Bras	N	Moyenne $\pm$ ET	Médiane [IQR]	Min–Max
Endoscopique	36	7.03 $\pm$ 1.52	7.00 [6.00–8.00]	5.00–11.00
Mini-Open	36	7.08 $\pm$ 1.65	7.00 [6.00–8.00]	5.00–12.00

Test utilisé: Mann–Whitney U; $p = 0.950$. Effets: Hedges $g = -0.03 [-0.49; 0.42]$; Δ moyennes (Endoscopique – Mini-Open) = $-0.06 [-0.80; 0.69]$; r de rang = 0.01.

Endoscopie (**7,03 $\pm$ 1,52 kg**) et mini-open (**7,08 $\pm$ 1,65 kg**),

Médiane de 7,0 [6–8] dans les deux cohortes.

L'intervalle Min–Max, allait de 5,0 à 11,0 kg pour le groupe endoscopie et de 5,0 à 12,0 kg pour le groupe mini-open (Mann–Whitney $p = 0,950$), et l'écart standardisé moyen (SMD = 0,03)

7/ Répartition selon l'examen de la sensibilité au test de discrimination à deux points (mm) préopératoire par bras.

Tableau 10 : Répartition selon discrimination a deux points

Bras	N	Moyenne $\pm$ ET	Médiane [IQR]	Min–Max
Endoscopique	36	5.33 $\pm$ 1.12	5.00 [5.00–5.00]	3.00–8.00
Mini-Open	36	5.14 $\pm$ 0.99	5.00 [5.00–5.00]	3.00–8.00

Test utilisé: Mann–Whitney U; $p = 0.212$. Effets: Hedges $g = 0.18 [-0.28; 0.64]$; Δ moyennes (Endoscopique – Mini-Open) = $0.19 [-0.30; 0.69]$; r de rang = 0.10.

Moyennes 5,33 $\pm$ 1,12 mm pour le groupe endoscopie et 5,14 $\pm$ 0,99 mm pour le groupe mini-open, médianes identiques à 5,0 mm [5–5].

(Min–Max) allait de 3,0 à 8,0 mm pour les deux cohortes

(Mann–Whitney $p = 0,212$), et l'écart standardisé moyen (SMD = 0,18

Tableau 11 : Répartition selon la sévérité de l'EMG

Grade EMG	Endoscopique	Mini-Open
1 léger	0 (0%)	0 (0%)
2 modéré	7 (19.4%)	6 (16.7%)
3 severe	29 (80.6%)	30 (83.3%)

Comparison inter-bras (grades 1–3): test exact de Fisher–Freeman–Halton $p = 1,000$

9/ Caractéristiques initiales comparées par groupe (Endoscopie vs Mini-open; n=36/bras)

Tableau 12 : Récapitulatif des caractéristiques Baseline

Caractéristique des patients	Groupe Endoscopique (n=36)	Groupe Mini-Open (n=36)	Valeur de p
Âge (années), moyenne $\pm$ ET	53.2 $\pm$ 12	51.4 $\pm$ 10.5	0.51
Sexe féminin, n (%)	33 (91.7%)	32 (88.9%)	0.71*
Main dominante opérée, n (%)	34 (94.4%)	32 (88.9%)	0.39
Durée des symptômes (mois), médiane [IQR]	9 [8-10.5]	9 [8-12]	0.64
Sévérité EMG (modérée/ sévère), n (%)	7 (19.4%) / 29 (86.6%)	6 (16.7%) / 30 (83.3%)	0.75
Diabète, n (%)	18 (50.0%)	16 (44.4%)	0.63

*Test Mid-P

(tous les $p > 0,05$)

10/Distribution du score BCTQ–SSS (1–5) au baseline par technique (Endoscopie vs Mini-open)

Tableau 13 : Répartition selon BCTQ-SSS préopératoire

	Groupe					
	Endoscopique		Mini-Open		Total	
	N	%	N	%	N	%
1,0 – 1,9 : Symptômes légers	0	0.0	1	2.78	1	1.4 %
2,0 – 2,9 : Symptômes modérés	7	19.44	10	27.78	17	23.6 %
3,0 – 3,9 : Symptômes sévères	18	50.0	20	55.56	38	52.8 %
4,0 – 5,0 : Symptômes très sévères	11	30.56	5	13.89	16	22.2 %
Total	36	100.0	36	100.0	72	100.0
Seuil de signification p =0.274						

(30,6 % dans le groupe Endoscopie contre 13,9 % dans le groupe Mini-open ; p = 0,274

Mann–Whitney appliqué aux classes de sévérité 1 à 4, avec correction des ex æquo), indiquant un décalage modeste mais cohérent vers des scores SSS plus élevés dans le groupe Endoscopie ($r_{rb} \approx 0,22$; $A \approx 0,61$; $p \approx 0,08$

11/Répartition selon le Score BCTQ–Functional Status (FSS :FSS1–FSS8) au baseline**Tableau 14 : Répartition selon BCTQ-SSF préopératoire**

	N	Moyenne	Médiane	Ecart-type	Min.	Max.
N globale	72	3.39	3.50	0.6	2.0	4.50
Par groupe						
Endoscopique	36	3.52	3.50	0.62	2.13	4.50
Mini-Open	36	3.33	3.50	0.48	2.0	4.13
Seuil de signification p=0.045						

GROUPE						
SSF	Endoscopique		Mini-Open		Total	
	N	%	N	%	N	%
2.0 - 2.9 :Gêne modérée	7	19.4 %	9	25.0 %	16	22.2 %
3.0 - 3.9 :Gêne importante	21	58.3 %	25	69.4 %	46	63.9 %
4.0 - 5.0 :Incapacité sévère	8	22.2 %	2	5.6 %	10	13.9 %

Les médianes identiques (3,50 vs 3,50) masquent toutefois un léger décalage de distribution vers des valeurs plus élevées en endoscopie (moyenne +0,19), différence statistiquement significative (p = 0,045)

Incapacité sévère (4,0–5,0) : **E** 22,2% (8/36) **vs MO** 5,6% (2/36) Δ absolu = +16,7 points ; RR $\approx$ 4,0 (**IC95%** $\approx$ 0,91–17,56)

12/Répartition selon le score Quick DASH (0–100) préopératoire : descriptif global et comparaison Endoscopie vs Mini-open (n=36/bras)

Tableau 15 : Répartition selon score quick Dash préopératoire

Groupe	N	Moy.	Médiane (IQT)	Ecart-type	Min.	Max.
Endoscopique	36	68.1	72.5 (62.5-75.0)	13.35	30.0	92.5
Mini-Open	36	68.3	70.0 (65-73.1)	7.68	45.0	82.5
Seuil de signification p= 0.626 (Test de U de Mann-Whitney)						

Médiane=72.5) et le groupe Mini-Open (Moy=68.3, Médiane=70.0)

	Groupe					
Clas_QuickDASH	Endoscopique		Mini-Open		Total	
	N	%	N	%	N	%
20-39 : limitation modérée	1	2.8	0	0.0	1	1.4
40-59 : limitation importante	5	13.9	3	8.3	8	11.1
60-100 :incapacitésévère	30	83.3	33	91.7	63	87.5
Total	36	100.0	36	100.0	72	100.0
Seuil de signification p=0.440						

Le handicap fonctionnel initial, évalué par le score QuickDASH (0–100),

Endoscopie (moyenne = 68,1 ; médiane = 72,5) et la voie mini-open (moyenne = 68,3 ; médiane = 70,0), sans différence statistiquement significative (p = 0,626)

III.3 Données per opératoires

1/ Répartition selon la latéralité (main dominante & main opérée) selon la technique (Endoscopie vs Mini-open)

Tableau 16 : Répartition selon la latéralité/main dominante

		Endoscopique (%)		Mini-Open (%)		Valeur p
Effectif		36		36		
	Main dominante					
Droite		34	94.4	32	88.9	0.394
Gauche		2	5.6	4	11.1	
	Main Opérée					
Droite		22	61.1	25	69.4	0.038*
Gauche		8	22.2	11	30.6	
Bilatérale		6	16.7	0	0.0	

L'intensité de l'association, très faible (Cramér $V \approx 0,10$; Cohen $h \approx 0,20$), confirme l'absence de déséquilibre cliniquement pertinent entre les deux techniques

Seule la main dominante a été incluse dans l'analyse

2/Comparaison selon la longueur de l'incision (mm) entre les groupes Endoscopique et Mini-Open

Tableau 17 : Répartition selon longueur de l'incision

	Endoscopique (%)		Mini-Open (%)		Valeur p
Effectif	36		36		
Longueur de l ‘incision					
10	36	100	25	69.4	0.0003
15	0	0	11	30.6	
Médiane (IQR)	10 (10-10)		10 (10-15)		<0.001*
Min.-Max.	10-10		10-15		

*Test U de Mann-Whitney, Données en n (%). Comparaison 10 vs 15 mm par Fisher exact ; comparaison continue par Mann-Whitney (préciser *asymptotique* ou *exacte* en cas d'ex æquo).
Tailles d'effet : δ de Cliff / r_{rb} , A de Vargha-Delaney, HL.

3/Comparaison du temps opératoire entre les techniques endoscopique et mini-open

Tableau 18 : Répartition selon le temps opératoire

	N	Moyenne	Médiane (IQT)	Ecart-type	Min.-Max
Endoscopique	36	15.4	15 (14-16.5)	2.9	10-27
Mini-Open	36	11.4	11 (11-13)	1.62	8-14
Seuil de signification $p < 0.001$ (Test de U de Mann-Whitney)					

Tableau 19: Temps opératoire total (minutes) par bras.

Bras	N	Moyenne $\pm$ ET	Médiane [IQR]	Min–Max
Endoscopique	36	15.42 $\pm$ 2.90	15.00 [14.00–16.25]	10.00–27.00
Mini-Open	36	11.36 $\pm$ 1.62	11.00 [11.00–13.00]	8.00–14.00

Test: Mann–Whitney U; $p = 0.000$. Effets: Hedges $g = 1.71$ [1.17; 2.24]; Δ moyennes (Endo – Mini-open) = 4.06 [2.94; 5.17]; $r = 0.71$.

Tableau 20: Temps de libération proprement dit (minutes) par bras.

Bras	N	Moyenne $\pm$ ET	Médiane [IQR]	Min–Max
Endoscopique	36	7.06 $\pm$ 2.27	6.00 [6.00–8.00]	5.00–18.00
Mini-Open	36	4.00 $\pm$ 0.68	4.00 [4.00–4.00]	3.00–5.00

Test: Mann–Whitney U; $p = 0.000$. Effets: Hedges $g = 1.81$ [1.26; 2.35]; Δ moyennes (Endo – Mini-open) = 3.06 [2.26; 3.85]; $r = 0.84$.

Le **temps opératoire total endoscopie** ($\Delta \approx 4,1$ min ; $g = 1,71$, $r = 0,71$), soit **~36 %** de plus en moyenne (15,42 vs 11,36 min).

Le **temps de libération** proprement dit est également plus long en endoscopie ($\Delta \approx 3,1$ min ; $g = 1,81$, $r = 0,84$), soit **~76 %** de plus en moyenne (7,06 vs 4,00 min).

4/Incidents peropératoires et conversions selon la technique :**Tableau 21 : Répartition selon incidents peropératoires et taux de conversion**

Événement	Endoscopie	Mini-open	Différence absolue (pp) [IC95%]	p (Fisher)
Incidents non graves (tous)	5/36 (13.9%)	1/36 (2.8%)	+11.1 [-8.1; +28.2]	0.199
Conversion (indicateur de faisabilité)	3/36 (8.3%)	0/36 (0.0%)	+8.3 [-6.8; +21.8]	0.239
Lâchage de garrot	2/36 (5.6%)	0/36 (0.0%)	+5.6 [-8.1; +18.1]	0.493
Buée	3/36 (8.3%)	0/36 (0.0%)	+8.3 [-6.8; +21.8]	0.239
Brisure de lame	0/36 (0.0%)	1/36 (2.8%)	-2.8 [-14.2; +9.2]	1.000

Présentation : n/N (%). Pour chaque événement : différence absolue (points de pourcentage) avec IC95 % (méthode de Newcombe) et p (test exact de Fisher).

La conversion est considérée comme un indicateur de faisabilité, non comme une complication clinique.

Aucun événement avec conséquence clinique grave n'a été observé (0/72)

8,3 % vs 0 %, buée 8,3 % vs 0 %, lâchage 5,6 % vs 0 %), tandis qu'une **brisure de lame** n'a été observée qu'en mini-open (2,8 %).

III.4 Suivis post opératoire :

1/ Tableau : Évolution de la douleur (EVA/VAS, 0–10) — comparaison Endoscopique vs Mini-open aux temps Préopératoire, J1, M1, M3 et M6 :

Tableau 22 : Répartition selon l'évolution de la douleur

	Groupe	N	Moy.	Médiane	Ecart-type	Min.Max.	Valeur p(*)
Pré_Op.	Endoscopique	36	8.17	8 (8-8)	1	6-10	0.255
	Mini-Open	36	8.44	8 (8-10)	1.08	6-10	
J1	Endoscopique	36	3.5	4 (3.5-4)	1.10	0-6	0.023
	Mini-Open	36	3.94	4 (4-4)	0.33	2-4	
M1	Endoscopique	36	2.64	2 (1-2)	1.39	0-4	0.002
	Mini-Open	36	3.56	4 (2-4)	0.84	2-4	
M3	Endoscopique	36	1.75	2 (1-2)	1.18	0-4	0.002
	Mini-Open	36	2.78	2 (2-4)	0.98	2-4	
M6	Endoscopique	36	1.58	2 (0-2)	1.59	0-8	0.039
	Mini-Open	36	1.94	2 (2-2)	0.75	0-4	

*(Test de U de Mann-Whitney)

En post-opératoire, la **douleur J1** 3,50 vs 3,94 ($p = 0,023$; $\Delta \approx 0,44$), **M1** 2,64 vs 3,56 ($p = 0,002$; $\Delta \approx 0,92$), **M3** 1,75 vs 2,78 ($p = 0,002$; $\Delta \approx 1,03$) et **M6** 1,58 vs 1,94 ($p = 0,039$; $\Delta \approx 0,36$).

L'**écart maximal** est observé à **M1–M3** ($\Delta \approx 0,9–1,0$)

2/Tableau évolution des symptômes nocturnes à M1 — comparaison Endoscopique vs Mini-open (paresthésies et réveils nocturnes)

Tableau 23 : Répartition selon l'évolution des symptômes nocturnes

	GROUPE						
	Endoscopique		Mini-Open		Total		Valeur p*
	N	%	N	%	N	%	
Paresthésies nocturnes							
Oui	4	11.1	17	47.2	21	29.2	<0.001
Non	32	88.9	19	52.8	51	70.8	
Réveils nocturnes							
Oui	3	08,3	20	55.6	23	31.9	<0.001
Non	33	91,7	16	44.4	49	68.1	

Paresthésies nocturnes : 11,1 % (4/36) vs 47,2 % (17/36), **Fisher* p < 0,001** ; **RR = 0,24** (IC95 % **0,09–0,63**) — **réduction relative ≈ 76 %**, **ARR = 36,1 points**, **NNT ≈ 3**.

Pour les réveils nocturnes : 8,3 % (3/36) vs 55,6 % (20/36), **Fisher* p < 0,001** ; **RR = 0,15** (IC95 % **0,05–0,46**) — **réduction relative ≈ 85 %**, **ARR = 47,2 points**, **NNT ≈ 2**.

3/Suivi force de préhension en kg (dynamomètre de Jamar) : à 3 mois et à 6 mois**Tableau 24 : Répartition selon la force de la poigne**

Points de temps	N	Moyenne	Médiane	Ecart-type	Min.	Max.
Mois 3	72	17.5	18 (15-20)	4	2.0	4.50
Mois 6	72	19.1	19 (17-22)	4.14		
Seuil de signification p=0.008 (test U de Mann-Whitney)						

Points de temps	Groupe	N	Moy.	Médiane	ET	Min-Max	Valeur p
M3	Endoscopique	36	18.6	18.5	4.21	9 à 18	0.028
	Mini-Open	36	16.5	17.5	3.54	9 à 22	
M6	Endoscopique	36	20.3	20	4.38	10 à 30	0.014
	Mini-Open	36	18	19	3.56	10 à 23	

À **3 mois** et **6 mois**, la force de préhension (**Jamar**) est **significativement plus élevée** après endoscopie qu'après mini-open (Δ moyen $\approx$ **+2,1 à +2,3 kg** ; $p =$ **0,028** et **0,014**, respectivement). L'**ampleur de l'effet** est **modérée** (Hedges $g \approx$ **0,53–0,57**) et correspond à un **gain absolu d'environ +12–13 %** par rapport aux moyennes du bras mini-open (16,5 kg à M3; 18,0 kg à M6). Cet avantage **persiste** entre M3 et M6

- Evolution globale de la Force de pince (Pinch test, kg) a M3 et M6 par bras (Endoscopique vs Mini-open)

Tableau 25 : Répartition selon l'évolution de la pince tripode

Pts de temps	Groupe	N	Moy.	Médiane (IQT)	Ecart-type	Min-Max.	Valeur p*
Mois3	Endoscopique	36	8.31	8 (7-9)	1.6	5--12	0.637
	Mini-Open	36	8.47	8 (7.75-10)	1.68	6 --14	
Mois6	Endoscopique	36	9.56	9 (9-10.3)	1.42	7--12	0.212
	Mini-Open	36	10.17	10 (9-11.3)	1.92	7--17	

*(test U de Mann-Whitney)

À **M3**, les valeurs sont **comparables** entre techniques (endoscopie **8,31 ± 1,60** vs mini-open **8,47 ± 1,68** kg ; test de Mann–Whitney $p = 0,637$), avec un **écart moyen** Endo–Mini de **−0,16 kg** (IC95 % paramétrique approx. **−0,92 à +0,60**) et une **taille d'effet** faible (Hedges $g \approx -0,10$). À **M6**, la mini-open est **numériquement plus élevée** (endoscopie **9,56 ± 1,42** vs mini-open **10,17 ± 1,92** kg ; $p = 0,212$), pour un **écart moyen** de **−0,61 kg** (IC95 % **−1,39 à +0,17**), $g \approx -0,36$ (petit-à-moderé), sans atteindre la significativité.

Dans les deux bras, on observe une **progression entre M3 et M6** (médianes Endo 8→9 ; Mini-open 8→10),

-Evolution de la sensibilité par la discrimination à deux points (mm) à M1M3M6 :**Tableau 26 : Répartition selon l'évolution de la sensibilité pulpaire D2P**

Pts de temps	Groupe	N	Moy.	Médiane (IQT)	Ecat-Typ.	Min-Max.	Valeur p*
M1	Endoscopique	36	5.17	5 (5-5)	0.91	3 à 8	0.303
	Mini-Open	36	5.08	5 (5-5)	0.5	5 à 8	
M3	Endoscopique	36	4.75	5 (5-5)	0.841	2 à 6	0.143
	Mini-Open	36	4.5	5 (4.5-5)	0.878	3 à 5	
M6	Endoscopique	36	3.86	3 (2-5)	1.046	2 à 5	0.043
	Mini-Open	36	3.39	3 (3-3)	0.803	3 à 5	

Présentation : N, moyenne, médiane (IQR), ET, min-max. Plus bas = mieux. Comparaisons inter-groupes à chaque temps : U de Mann-Whitney ; comparaison globale M1-M6 : Kruskal-Wallis

M1 et M3 (médiane 5 mm dans les deux bras ; $p = 0,303$ et $0,143$). À **M6**, la **mini-open** /l'endoscopie (moyennes **3,39 vs 3,86 mm** ; $p = 0,043$), soit un **écart absolu $\approx 0,47$ mm** (taille d'effet $\sim 0,5$; **petit-à-moderé**). Dans l'ensemble, les valeurs convergent vers la **plage quasi normale (3-5 mm)**

-Evolution du score Symptom Severity Scale (BCTQ-SSS, 1–5) — comparaison Endoscopique vs Mini-open à M1, M3 et M6

Tableau 27 : Répartition selon l'évolution du SSS

	Groupe	N	Moy.	Médiane	ET*	Min.	Max.	Valeur p
M1	Endoscopique	36	3	3.23	0.60	1.5	3.81	0.39*
	Mini-Open	36	2.91	3.09	0.58	1.45	3.81	
M3	Endoscopique	36	2.54	2.54	0.55	1.36	3.54	0.425*
	Mini-Open	36	2.44	2.63	0.54	1.09	3.37	
M6	Endoscopique	36	2.08	2.04	0.54	1.09	3.27	0.126**
	Mini-Open	36	1.91	1.9	0.41	1	2.81	

ET: Ecart type , **Test U de Mann-Whitney ,Test T Student** *Présentation : N, moyenne, médiane, ET, min–max. Plus bas = mieux. p : test inter-groupes (U de Mann–Whitney par défaut*).*

à **M1** (p = 0,39), **M3** (p = 0,425) ou **M6** (p = 0,126). Les écarts moyens entre techniques ($\Delta \approx +0,09$ à $+0,17$ point, Endoscopie – Mini-open)

-Comparaison de l'évolution du statut fonctionnel (FSS) entre les deux groupes de traitement (Endoscopique vs. Mini-Open) à Préop M1, m3 et 6 mois

Tableau 28 : Répartition selon l'évolution du SSF

ssf	Grp	N	Moyenne	Médiane	ET	Min.	Max.	Valeur p
PréOp	Endoscopique	36	3.53	3.62	0.62	2.12	4.50	0.045
	Mini-Open	36	3.26	3.50	0.54	2.0	4.12	
M1	Endoscopique	36	3.13	3.04	0.67	1.37	4.25	0.013
	Mini-Open	36	2.77	2.81	0.46	1.75	3.62	
M3	Endoscopique	36	2.64	2.62	0.68	1.25	3.87	0.038*
	Mini-Open	36	2.35	2.37	0.34	1.5	2.87	
M6	Endoscopique	36	2.29	2.12	0.67	1.12	4.12	0.085
	Mini-Open	36	2	2.12	0.38	1.09	2.62	

**Test U de Mann-Whitney*

*Présentation : N, moyenne, médiane, ET, min-max. Plus bas = **mieux**. p : test inter-groupes (U de Mann-Whitney*)..*

L'écart maximal est observé à M1 ($\Delta = +0,36$; IC95 % : $+0,09$ à $+0,63$; $p = 0,013$), différence significative après correction de Holm-Bonferroni. Cet écart s'atténue ensuite à M3 ($p = 0,038$, non significatif après ajustement) et devient non significatif à M6 ($p = 0,085$).

- Evolution du score QuickDASH (0–100) à M1, M3 et M6 par bras :**Tableau 29 : Répartition selon l'évolution du score QUICK DASH**

Mois	Groupe	N	Moy.	Médiane (IQT)	E.Type	Min.-Max	Valeur p
m1	Endoscopique	36	32.3	32 (29.8-36)	5.81	15-42	0.24*
	Mini-Open	36	33.8	34 (32.8-36)	3.37	25-40	
m3	Endoscopique	36	26.9	28 (23.3-32)	6.63	14-38	1.00*
	Mini-Open	36	27.5	28 (27.5-30)	4.51	15-34	
m6	Endoscopique	36	22	20	7.57	10-41	0.968**
	Mini-Open	36	21.5	21.5	3.87	15-30	

*(Test de U de Mann-Whitney) ,**Test t.Student)

Présentation : N, moyenne, médiane (IQR), ET, min–max. Plus bas = mieux. p : test inter-groupes (U de Mann–Whitney par défaut)*

Aux trois temps, **aucune différence inter-technique significative** n'est observée : **M1** 32,3 vs 33,8 ($p = 0,24$; $\Delta = -1,5$), **M3** 26,9 vs 27,5 ($p = 1,00$; $\Delta = -0,6$), **M6** 22,0 vs 21,5 ($p = 0,968$; $\Delta = +0,5$). Les **écarts entre bras $\leq 1,5$ point** sont **triviaux** au regard des dispersions (ET comprise entre 3–8). Les deux groupes montrent une **amélioration soutenue** entre M1 et M6 (≈ -10 à -11 points),

Satisfaction Patient *(Échelle 1-5)* :LINKERT**Tableau 30 : Répartition selon la satisfaction globale****Cohérence interne des trois mesures de satisfaction (M1, M3, M6) : α de Cronbach »**

	Moyenne	Ecart-type	α de Cronbach	Nbe d'éléments
Echelle	3.95	0.53	0.819	3

cronbach > 0.8

La satisfaction des patients a été évaluée de manière prospective à l'aide de l'échelle [Likert à 5 points] aux temps de suivi de 1 mois (M1), 3 mois (M3) et 6 mois (M6)

Fidélité test-retest de l'item de satisfaction patient

Comparaison entre les temps de mesure	Coefficient de Corrélation Intra classe (CCI)	Interprétation
Mois 1 vs Mois 3	0,762	Bonne fidélité
Mois 1 vs Mois 6	0,736	Bonne fidélité
Mois 3 vs Mois 6	0,756	Bonne fidélité

*Note : Le Coefficient de Corrélation Intraclass (CCI) a été calculé selon un modèle d'accord absolu à deux facteurs aléatoires. L'interprétation suit les critères de Koo & Li (2016) : < 0,50 = faible ; 0,50-0,75 = acceptable ; 0,75-0,90 = bon ; > 0,90 = excellent.**

L'analyse de la fidélité test-retest a montré une stabilité temporelle bonne des réponses à l'item unique de satisfaction, avec des coefficients de corrélation intraclass (CCI) allant de 0,736 à 0,762 pour l'ensemble des comparaisons entre les temps de mesure (M1-M3, M1-M6, M3-M6)."

Dans notre étude, les comparaisons ont été réalisées entre différents moments : M1-M3, M1-M6 et M3-M6. Les coefficients de corrélation intra-classe (CCI) obtenus pour ces comparaisons se situaient entre 0,736 et 0,762, ce qui indique une bonne stabilité temporelle

Des valeurs de CCI supérieures à 0,70 acceptables pour la fiabilité d'un instrument clinique,

Comparaison de la satisfaction des patients (M1, M3, M6) entre les techniques endoscopique et mini-open »

Tableau 31 : Répartition selon la satisfaction par bras chirurgicale

Groupe	N	Moyenne	Médiane	Ecart-type	Valeur p
Satisfaction Patient au temp M1					
Endoscopique	36	3.72	4	0.659	0.003
Mini-Open	36	3.31	3	0.467	
Satisfaction Patient au temp M3					
Endoscopique	36	4.19	4	0.624	0.019
Mini-Open	36	3.86	4	0.543	
Satisfaction Patient au temp M6					
Endoscopique	36	4.39	5	0.766	0.114
Mini-Open	36	4.22	4	0.54	

Groupe	N (m1,M3,M6)	Moyenne	Médiane	Ecart-type	Valeur p*
Endoscopique	108	4.1	4	0.735	<0.001
Mini-Open	108	3.8	4	0.638	

*Test U de Mann-Whitney

Satisfaction des patients (échelle 1–5, plus haut = mieux) — comparaison Endoscopique vs Mini-open à M1, M3 et M6

Présentation : N, moyenne, médiane, écart-type, min–max. p : comparaison inter-groupes (U de Mann–Whitney recommandé ; t de Welch en sensibilité si normalité/variances acceptables).

Douleur du pilier à M1, M3 ,M6**Tableau 32 : Répartition selon la douleur du pilier**

	Endoscopique N=36		Mini-Open N=36		Total N=72		Valeur p
	N	%	N	%	Total	%	
Mois 1							
Oui	0	0	15	41.7	15	20.8	<0.001
Non	36	100	21	58.3	57	79.2	
Mois 3							
Oui	0	0	9	25	9	12.5	0.0022
Non	36	100	27	75	63	87.5	
Mois 6							
Oui	0	0	1	2.8	1	1.4	1.000*
Non	36	100	35	97.2	71	98.6	

Présentation : n/N (%). Différence absolue de risque (points de %) avec IC95 % (méthode de Newcombe), RR Endoscopie/Mini-open avec correction de Haldane–Anscombe (IC95 %), et p (Fisher exact, bilatéral).

La douleur du pilier endoscopique à M1 et M3 ($\Delta = -41,7$ et $-25,0$ points de pourcentage ; $p < 0,001$ et $p = 0,0022$; RR ajustés = 0,03 et 0,05). À M6, ($\Delta = -2,8$ points de pourcentage ; $p = 1,000$).

La Gêne cicatricielle**Tableau 33 : Répartition selon la gêne cicatricielle**

	Endoscopique N=36		Mini-Open N=36		Total N=72		Valeur p
Mois1	N	%	N	%	N	%	
Oui	0	0	20	55.6	20	27.8	<0.001
Non	36	100	16	44.4	52	72.2	
Mois3							
Oui	0	0	12	33.3	12	16.7	0.0001
Non	36	100	24	66.7	60	83.3	
Mois3							
Non	36	100	36	100	72	100	/
	Endoscopique N=108		Mini-Open N=108		Total N=216		Valeur p
Total	N	%	N	%	N	%	
Oui	0	0.0	32	29.6	32	14.8	<0.001
Non	108	100.0	76	70.4	184	85.2	

P* :Test de tendance de Mantel-Haenszel

À M1, elle est rapportée par 55,6 % des patients du groupe mini-open contre 0 % dans le groupe endoscopie ($\Delta = -55,6$ points de pourcentage, IC95 % $-69,8$ à $-31,1$; $p < 0,001$). À M3, cette différence persiste (0 % vs 33,3 % ; $\Delta = -33,3$ points de pourcentage, IC95 % $-49,5$ à $-12,4$; $p \approx 0,0001$). À M6, aucun cas de gêne n'est observé dans les deux groupes.

L'analyse stratifiée selon Mantel-Haenszel (test de tendance CMH) confirme un avantage global en faveur de l'endoscopie ($p < 0,001$).

Le Retour aux activités de base (jours) :descriptif global et comparaison Endoscopique vs Mini-open

Tableau 34 répartition selon le délai de reprise des activités de base

	N	Moyenne	IC de la moy.à 95 %	Médiane (IQT)	Ecart-type	Min-Max
RAB	72	16.7	15.4-18.0	18 (10-21)	5.55	8-30

Comparaison du délai de retour aux activités de base (jours) entre les groupes Endoscopique et Mini-Open.

Groupe	N	Moy.	Médiane (IQT)	Ecart-type	Mini-Max	Valeur p
Endoscopique	36	12.6	10 (10-14.3)	4.16	8-21	<0.001
Mini-Open	36	20.9	21 (20.8-21)	3.08	15-30	

*Présentation : N, moyenne (IC95 %), médiane [IQR], écart-type, min-max. Comparaison inter-groupes : U de Mann-Whitney (principale). À visée d'estimation, on ajoute la **différence de moyennes (Endo – Mini)** avec IC95 % (Welch) et la **taille d'effet (Hedges g)**. Plus bas = mieux.*

L'estimation de l'effet indique une différence moyenne de -8,3 jours (IC95 % -10,0 à -6,6) en faveur de l'endoscopie, correspondant à une taille d'effet très importante (Hedges $g \approx -2,24$) et à une réduction d'environ 40 % du délai moyen de reprise des activités

Retour aux tâches ménagères légères (jours) — descriptif global et comparaison Endoscopique vs Mini-open

Tableau 35 : Répartition selon la reprise des tache ménagères légères

N	Moyenne	IC de la moy.à 95 %	Médiane (IQT)	Ecart-type	Min-Max
72	25.2	24.0-26.3	21 (21-30)	5.08	21-40

Comparaison du délai de retour aux tâches ménagères légères (jours) entre les groupes Endoscopique et Mini-Open.

Groupe	N	Moy.	Médiane (IQT)	Ecart-type	Mini-Max	Valeur p
Endoscopique	36	22.8	21 (21-21)	3.61	21-30	<0.001
Mini-Open	36	27.6	30 (21-30)	5.23	21-40	

Présentation : N, moyenne (IC95 %), médiane [IQR], écart-type, min–max. Comparaison inter-groupes : U de Mann–Whitney (principale). À visée d’estimation, on ajoute la **différence de moyennes (Endo – Mini) avec IC95 % (Welch) et la taille d’effet (Hedges g). Plus bas = mieux.**

Le **retour aux tâches ménagères légères** est **significativement plus rapide** après endoscopie ($22,8 \pm 3,61$ j ; médiane 21) qu’après mini-open ($27,6 \pm 5,23$ j ; médiane 30) ($p < 0,001$). L’estimation montre un **gain moyen de –4,8 jours** (IC95 % –6,92 à –2,68), correspondant à une **réduction d’environ 17 %** du délai et à une **taille d’effet importante** ($g \approx -1,06$).

Complications tardives selon la technique chirurgicale (Endoscopique vs Mini-Open)

Tableau 36 : Répartition des complications tardives selon technique endoscopie versus mini open

Complication tardive	Endoscopique n/N (%)	Mini-open n/N (%)	RR (IC à 95%)	Valeur p
Algodystrophie	3/36 (8,3%)	1/36 (2,8%)	3,00 (0,33–27,50)	0,6142
Lésion nerveuse mineure	2/36 (5,6%)	3/36 (8,3%)	0,67 (0,12–3,76)	1,0000
Récidive à 6 mois	1/36 (2,8%)	0/36 (0,0%)	3,00 (0,13–71,28)	1,0000
Autres (doigt à ressaut du 4e)	0/36 (0,0%)	2/36 (5,6%)	0,20 (0,01–4,03)	0,4930

Valeur p : test exact de Fisher bilatéral (mid-p), adapté aux petits effectifs.

RR = risque dans le groupe endoscopique / risque dans le groupe mini-open.

Les intervalles de confiance à 95% sont calculés sur l'échelle logarithmique ; en présence de zéro événement, une correction de continuité de 0,5 a été appliquée (Haldane–Anscombe) pour permettre l'estimation

IV. Discussion

La discussion de notre essai **endoscopie vs mini-open KnifeLight** est structurée autour de deux axes complémentaires : **l'efficacité** (bénéfice clinique centré patient) et **l'efficience organisationnelle**, entendue comme la capacité à obtenir ce bénéfice avec une utilisation optimisée des ressources mesurées (**temps opératoire, morbidité postopératoire, délai de récupération et reprise des activités**) conformément au cadre **structure–processus–résultats** (208) de l'évaluation de la qualité des soins. L'interprétation des résultats postopératoires est précédée d'une appréciation de la **comparabilité préopératoire** (sévérité, comorbidités, scores de base), en privilégiant la **pertinence clinique** des éventuels déséquilibres plutôt qu'une lecture fondée sur des tests de significativité des variables de base, pratique explicitement déconseillée dans les essais randomisés.

IV.1 Profil préopératoire global de la population étudiée :

Profil sociodémographique :

La population incluse dans notre étude présente des caractéristiques épidémiologiques et cliniques globalement concordantes avec celles rapportées dans la littérature internationale sur le syndrome du canal carpien (SCC). La nette prédominance féminine observée (90,3 %, sexe-ratio 0,10) confirme le caractère genré de cette pathologie, traditionnellement décrite comme trois à dix fois plus fréquente chez la femme (50,209,210) f Cette susceptibilité féminine serait liée à des facteurs hormonaux (ménopause, grossesse), anatomiques (canal plus étroit) et professionnels (travaux manuels répétitifs à bas niveau d'effort mais de haute fréquence).

L'âge moyen de 52,3 ans situe la majorité des patients dans la tranche de forte incidence, classiquement comprise entre 40 et 60 ans, période d'activité professionnelle intense où le retentissement fonctionnel et socio-économique du SCC est particulièrement marqué (211) Cette distribution est typique des formes chroniques nécessitant une prise en charge chirurgicale.

Sur le plan médical, la forte prévalence de comorbidités métaboliques (70,8 %), dominées par le diabète (47 %), l'obésité (43 %), l'hypertension artérielle (37 %) et l'hypothyroïdie (21,56 %) confirme les liens étroits entre le SCC et les désordres métaboliques ou endocriniens. Plusieurs travaux ont démontré que ces pathologies favorisent la neuropathie compressive par altération microvasculaire endo neurale et par glycation du collagène intra canalaire (87,212).

Ces résultats soulignent la nécessité d'une approche intégrée de la prise en charge, alliant décompression chirurgicale et optimisation du terrain métabolique.

Profil symptomatique préopératoire :

Sur le plan symptomatique, la présentation initiale se caractérisait par une atteinte clinique sévère, témoignant d'un retentissement majeur du syndrome du canal carpien (SCC) sur les activités quotidiennes et la qualité du sommeil. Tous les patients (100 %) présentaient des symptômes nocturnes, confirmant la quasi-constance des paresthésies et douleurs nocturnes. La gêne du sommeil était notable, avec une médiane de 4 réveils par nuit et près de 60 % des patients rapportant 4 réveils et plus, ce qui illustre la fragmentation majeure du repos nocturne. Ces résultats sont cohérents avec ceux rapportés dans la littérature, où la prévalence des symptômes nocturnes varie entre 80 et 100 % selon les séries (Padua et al., 2016 Amir et al., 2018 ; Hefny et al., 2019)(213–215). Ces épisodes s'expliquent par l'augmentation de la pression intra-canal lors des positions prolongées en flexion du poignet, favorisant la stase veineuse et la compression du nerf médian (Mondelli et al., 2015)(216).

Les troubles du sommeil ne se limitent pas à ces réveils multiples, plusieurs études ont mis en évidence une altération objective de la qualité du sommeil, mesurée par le Pittsburgh Sleep Quality Index (PSQI)(217,218). Cette désorganisation du rythme nocturne contribue à la fatigue, à l'irritabilité et à la baisse de performance professionnelle, renforçant le retentissement global de la maladie sur la qualité de vie (Patel et al., 2014 ; Karatas et al.,2020; Guler et al.,2022)(219,220). Les troubles du sommeil sont fréquents chez les patients atteints du SCC, des études faisant état de réveils nocturnes dus à des symptômes de la main dans 80 % des cas (Hefny et al., 2019) (Patel et al., 2014)(214,219). L'importance sociale et clinique de ce problème est soulignée par la forte incidence des congés de maladie liés aux CTS et par la charge qui pèse sur les systèmes de santé (Azevedo et al., 2015) (Newington et al., 2015)(221,222).

La durée médiane d'évolution des symptômes, estimée à 9 mois [IQR : 6–15], traduit une ancienneté modérée à prolongée des troubles. Cette distribution, asymétrique à droite, témoigne d'une variabilité habituelle du délai de prise en charge observée dans les affections chroniques à progression lente. Plusieurs travaux ont rapporté un délai moyen préopératoire compris entre 6 et 12 mois, période durant laquelle les patients tendent à s'adapter ou à retarder la consultation, du fait du caractère initialement intermittent des symptômes (Leblanc et al., 2011 ; Hajibarat et al., 2022)(103,223). Ce délai est également influencé par des facteurs

socioculturels et organisationnels (automédication, sous-estimation de la gêne, ou accès limité à la consultation spécialisée) qui contribuent à retarder la prise en charge optimale (Bouchal., 2019 ; Ibrahim et al., 2021)(224,225).

L'intensité douloureuse initiale, évaluée par l'échelle visuelle analogique (EVA), confirmait ce profil symptomatique sévère. La douleur moyenne était de 8,1/10, et 94,4 % des patients rapportaient une douleur $\geq 7/10$, un quart décrivant une douleur maximale (10/10). Ces valeurs s'inscrivent dans les fourchettes décrites par (Damms et al., 2019 Miller et al., 2023) (226,227) qui rapporte des EVA préopératoires comprises entre 6 et 8/10 dans les formes sévères. Les douleurs, souvent nocturnes et irradiantes, s'associent à des paresthésies et à une gêne fonctionnelle accrue lors des mouvements répétitifs ou prolongés (Padua et al., 2016)(139).

Sur le plan physiopathologique, cette douleur d'intensité élevée résulte de mécanismes intriqués : ischémie intermittente du nerf médian, activation des fibres nociceptives locales et sensibilisation centrale dans les formes chroniques (Vashirkina et al., 2025)(228). Des études de neuro-imagerie ont d'ailleurs montré que le SCC chronique s'accompagne de remaniements fonctionnels des aires somatosensorielles corticales, expliquant la persistance de la douleur malgré une compression périphérique parfois modérée (kim et al., 2017)(229).

Signes cliniques et tests de provocation :

Les signes cliniques étaient massivement positifs à l'inclusion, confirmant la sévérité des atteintes observées. Les tests de provocation étaient positifs dans la quasi-totalité des cas : Durkan (100 %), Phalen (96 %) et Tinel (86 %). Ces taux particulièrement élevés traduisent une atteinte compressive significative, en accord avec les observations de Zhang et al. (2020) (104) et Dabbagh et al. (2023)(230), qui soulignent que la combinaison de plusieurs tests positifs est fréquemment associée aux formes modérées à sévères du SCC.

Le test de compression de Durkan, positif chez tous les patients, est reconnu comme le plus sensible, avec une sensibilité rapportée entre 80 et 96 % et une spécificité de 50 à 82 % (Arab, 2019 ; Sevy et al., 2018)(231,232). Sa positivité universelle reflète la forte pression exercée sur le nerf médian et la chronicité de la compression. Le test de Phalen positif chez 96 % des sujets, conserve une bonne sensibilité (60–90 %) et met en évidence l'ischémie transitoire du nerf médian lors de la flexion du poignet, phénomène accentué dans les formes évoluées (Cunha, 2020)(105).

Le signe de Tinel présent chez 86 % des patients, témoigne d'une irritabilité du nerf médian liée à une régénération axonale et à une inflammation endoneurale chronique. Sa sensibilité (50–75 %) augmente généralement avec la sévérité électromyographique (Dabbagh et al., 2023)(99), ce qui concorde avec nos données.

Enfin, le test de Scratch-Collapse, positif chez 73,6 % des patients, présentait une variabilité interindividuelle notable, en accord avec Faszholzet al. (2024)(112) et Huynh et al. (2018)(113). Bien que sa sensibilité soit modérée (64–70 %), sa spécificité élevée (69–90 %) en fait un outil complémentaire pertinent (test d' appoint) pour distinguer le siege de la compression nerveuse.

Profil fonctionnel préopératoire des patients atteints de syndrome du canal carpien (Score BCTQ Functional Status, FSS)

L'évaluation fonctionnelle préopératoire, fondée sur le score BCTQ–Functional Status (FS), met en évidence un retentissement significatif sur les activités de la vie quotidienne dans l'ensemble de la cohorte. Le score moyen supérieur à 3 traduit une gêne modérée à sévère, affectant la dextérité manuelle, la préhension et les gestes fins du quotidien. Ces résultats concordent avec les données de la littérature, où les valeurs préopératoires du BCTQ–FS se situent généralement entre 2,9 et 3,6, selon la population étudiée et la durée d'évolution des symptômes (Chang et al., 2009 ; Li et al., 2020 ; Miller et al., 2023)(226,233,234).

Ce niveau de handicap fonctionnel illustre la nature chronique et progressivement invalidante du SCC, dont l'évolution lente conduit à une altération marquée de la performance manuelle, particulièrement dans les activités domestiques et professionnelles nécessitant des mouvements répétés ou une force de préhension soutenue (Wang., 2018 ; Osiak et al, 2022)(235,236). Sur le plan clinique, cette atteinte se traduit par une perte d'endurance musculaire, une difficulté à manipuler de petits objets, et une gêne accrue dans les tâches de précision, autant d'éléments qui justifient souvent le recours à la chirurgie après échec du traitement conservateur (Tripath et al.,2025)(237).

Handicap fonctionnel préopératoire (score Quick DASH)

Le score Quick DASH, utilisé pour quantifier le handicap du membre supérieur, met en évidence une atteinte fonctionnelle sévère au sein de notre cohorte. La médiane avoisinant 70/100 traduit une limitation marquée des activités de la vie quotidienne et professionnelles, confirmant le retentissement global du syndrome du canal carpien sur la fonction du membre

dominant. Ces valeurs rejoignent celles rapportées dans les grandes séries chirurgicales, où les scores préopératoires se situent entre 60 et 75 points, témoignant du caractère invalidant des formes opérées (Clement ND et al., 2016 ; Aguila D et al., 2024 ; Cano LC et al., 2024; Zhang D et al., 2023)(238–241). Ce niveau de sévérité fonctionnelle confère une ample marge d'amélioration postopératoire, tout en exposant certains patients à un effet plafond limitant la récupération complète lorsque les altérations nerveuses sont trop avancées. Le handicap perçu par les patients trouve d'ailleurs un écho objectif dans les données électrophysiologiques, qui révèlent une atteinte sensorimotrice majeure du nerf médian. Notre cohorte présentée un électromyogramme positif avec une majorité des patients avec un grade 3 selon la classification électromyographique de Stevens, correspondant à une dénervation partielle avec ralentissement marqué de la conduction sensitive et motrice.

Ces résultats s'inscrivent pleinement dans le profil attendu des patients éligibles à la chirurgie du SCC, les formes modérées à sévères constituant les principales indications opératoires selon les recommandations de American Academy of Orthopedic Surgeons(236) Ainsi, la concordance entre Les symptômes évocateurs, les test de provocations, les scores fonctionnels de sévérité et l'examen électrophysiologique (EMG) renforce la validité du profil clinique de la cohorte, traduisant une population homogène, symptomatique et représentative des formes évoluées de la maladie au moment de la prise en charge chirurgicale.

Discrimination à deux points :

La discrimination à deux points (D2P) constitue un indicateur clinique essentiel de la fonction sensitive digitale fine, reflétant l'intégrité des fibres sensibles de grand calibre du nerf médian. Son altération traduit une souffrance axonale évolutive, Les valeurs normales digitales chez l'adulte se situent typiquement entre 2,8 et 3,5 mm, mais pour le syndrome du canal carpien une valeur <6 mm est classiquement considéré comme normale (Thatte et al.,2024, koo et al.2016)(242,243),le D2P est plus spécifique que sensible (entre 6 et 32%) ce qui en fait un test de confirmation plutôt que de dépistage et sa corrélation avec la sévérité identifiée par l'étude électrophysiologique est au mieux modérée (Dabbagh et al., 2021; Ozdag et al.,2023 ;Hergár et al., 2024)(99,244,245) ce qui explique nos résultats de $5,33 \pm 1,12$ mm pour le groupe endoscopie et $5,14 \pm 0,99$ mm pour le groupe mini-open avec une cohorte à 100 % expressive à l'EMG avec 80% de grade sévère selon Stevens endoscopie donc a seulement 15,3% de valeurs D2P supérieur à 5 mm en baseline.

Force de préhension et de la pince préopératoire :

La force de préhension (≈ 17 kg) et la pince fine tridigitale (≈ 7 kg) observées dans notre série sont nettement inférieures aux normes attendues pour l'âge et le sexe, corroborant une atteinte motrice significative en cohérence avec la sévérité symptomatique et électrophysiologique (Mohammadian et al., 2014 ; Wang et al., 2018)(246,247). Ces profils correspondent à des **formes évoluées** de SCC où la décompression chirurgicale est le traitement le plus efficace ; en présence de perte axonale (dénervation/atteinte motrice), une intervention rapide est généralement préconisée afin d'optimiser la récupération et limiter le risque de dégénérescence axonale ((Padua et al., 2016 ; Zivkovic et al., 2020)(248,249)

Nos résultats sont concordants avec la littérature (Sasaki et al., 2020 ; Cantu et al., 2024 ; Simon et al., 2025)(250–252) montrant que la **force manuelle** reflète un fardeau global (douleur, dysfonction motrice, coordination) et que sa **récupération** est souvent **plus lente** que l'amélioration des symptômes.

La combinaison d'une D2P altérée et d'une force de préhension et celle de la pince diminuée illustre la gravité fonctionnelle du SCC dans notre population. Elle souligne l'importance d'une prise en charge précoce pour prévenir la chronicisation et la dénervation motrice, et conforte la pertinence de la chirurgie comme modalité de traitement dans ces formes avancées(253).

Sévérité électromyographique préopératoire :

Sur le plan électrophysiologique, l'évaluation des latences sensibles et motrices distales du nerf médian selon la classification de Stevens (1997) demeure la référence pour graduer la sévérité du SCC. Dans notre cohorte, la majorité des patients présentaient une atteinte sévère selon cette classification.

Sur le plan électrophysiologique, notre schéma inspiré des recommandations de l'American Association of Neuromuscular and Electrodiagnostic Medicine, d'après Stevens et Werner-Andary (254), gradue la sévérité à partir des latences distales sensibles et motrices du nerf médian. Les formes modérées associent un ralentissement de la conduction sensitive à une prolongation de la latence motrice distale. Les formes sévères majoritaire dans notre cohorte se caractérisent par l'absence de potentiel d'action sensitif ou par un potentiel d'action moteur composé thénarien très diminué ou absent, fréquemment associé à des signes de dénervation à l'électromyographie à l'aiguille. Cette configuration est conforme aux classifications électrophysiologiques actuelles (Padua/Bland) et aux synthèses AANEM. Ces anomalies sont

compatibles avec une souffrance chronique du nerf médian liée à une compression prolongée au niveau du canal carpien (Werner et al.,2011 ;stevens.,1997; Sasaki et al 2022 ; Savage.,2024)(141,254–257).

La distribution électrophysiologique observée est globalement concordante avec la symptomatologie clinique et la sévérité fonctionnelle mesurées par les scores Boston (BCTQ) et QuickDASH, ce qui suggère un stade évolué du syndrome du canal carpien dans cette cohorte. Cette impression est cohérente avec le délai médian de symptômes d'environ 9 mois observé chez nos patients, un ordre de grandeur rapporté dans d'autres séries chirurgicales (moyenne 8,9 mois ; $\approx 9,1$ mois) et parfois plus prolongé (médiane 18 mois) selon les populations étudiées (Saaiq.,2021 ; Multanen et al.,2020).

L'homogénéité épidémiologique, clinique et électrophysiologique observée dans la cohorte globale constitue un atout méthodologique majeur, garantissant la comparabilité des groupes avant intervention et la validité des analyses sur la récupération fonctionnelle postopératoire. L'examen du profil préopératoire selon la technique chirurgicale endoscopique versus mini-open vise à vérifier la comparabilité initiale des deux groupes, condition essentielle à l'interprétation des résultats post-opératoires.

IV.2 Profil préopératoire groupe endoscopique VS groupe mini-open :

Caractéristiques sociodémographiques et comorbidités préopératoires :

L'âge moyen était comparable entre les groupes (endoscopie $53,2 \pm 12,0$ ans vs mini-open $51,4 \pm 10,5$ ans), sans différence notable. La répartition par sexe montrait une légère prédominance féminine dans le bras mini-open (41,1 %) par rapport à l'endoscopie (30,6 %). La majorité des patients présentait au moins une comorbidité (80,0 % vs 63,9 %). La prévalence du diabète était voisine (50,0 % vs 44,4 %), tandis que l'obésité était plus fréquente dans le groupe endoscopique (38,9 % vs 22,2 %). Cet ensemble suggère des profils globalement comparables en préopératoire, toutefois l'écart d'obésité justifie, par prudence méthodologique, un ajustement dans les analyses de résultats précoces. Ces constats sont cohérents avec la littérature récente, qui identifie le diabète et l'obésité comme comorbidités fréquentes et pertinentes dans le syndrome du canal carpien, susceptibles d'influer sur la présentation clinique et le rétablissement fonctionnel (Dahlin., 2024)

Sévérité symptomatique préopératoire (BCTQ–SSS) :

Bien qu’aucune différence statistiquement significative ne soit observée dans la proportion de formes très sévères (30,6 % dans le groupe Endoscopie contre 13,9 % dans le groupe Mini-open), sans toutefois atteindre la significativité statistique ($p = 0,274$). Une tendance à une sévérité initiale plus marquée est relevée chez les patients opérés par voie endoscopique. Cette impression est corroborée par l’analyse ordinale des classes de sévérité (1 à 4), utilisant un test de Mann–Whitney corrigé des ex æquo, qui met en évidence un décalage modeste mais cohérent vers des scores SSS plus élevés dans le groupe Endoscopie ($r_{rb} \approx 0,22$; $A \approx 0,61$; $p \approx 0,08$).

Sur le plan clinique, il apparaît que les patients opérés par voie endoscopique présentaient en moyenne des symptômes légèrement plus marqués que ceux opérés par voie mini-open, bien que cette différence n’ait pas atteint le seuil de significativité statistique. Ce déséquilibre initial modeste mais potentiellement pertinent sur le plan clinique, pourrait résulter du hasard inhérent au tirage au sort, ce qui nous a incités à en tenir compte dans l’interprétation des résultats postopératoires afin d’éviter toute surestimation de l’effet attribuable à la technique chirurgicale.

Score fonctionnel préopératoire (BCTQ–Functional Status Scale) :

Une différence moyenne de 0,19 point sur la sous-échelle fonctionnelle du BCTQ-FS (sur 5) est observée entre les groupes, au profit de la technique endoscopique. L’écart-type combiné ($\approx 0,55$) conduit à une taille d’effet standardisée Hedges’ $g \approx 0,34$, traduisant un effet de faible amplitude. Sur le plan ordinal, les estimations convergent : l’indice de Vargha–Delaney ($A \approx 0,60$) indique une probabilité de 60 % qu’un patient opéré par endoscopie présente un score fonctionnel supérieur ou égal à celui d’un patient mini-open, tandis que le delta de Cliff ($\delta \approx 0,19$) confirme la présence d’un effet faible mais cohérent.

Les médianes identiques (3,50 vs 3,50) masquent un léger décalage de distribution vers des valeurs plus élevées dans le groupe endoscopique (moyenne +0,19), différence statistiquement significative ($p = 0,045$). Bien que d’ampleur modeste, ce décalage demeure cliniquement pertinent, le score FS traduisant directement le niveau de gêne fonctionnelle dans les activités quotidiennes et la finesse de la motricité digitale, domaines où la récupération précoce après chirurgie endoscopique est souvent mieux documentée (Li et al. ;2020 ; Rajapandian et al.,2024)(258,259).

Fonction globale du membre supérieur (Score Quick DASH) :

Le handicap fonctionnel initial, évalué par le score Quick DASH (0–100), est élevé et comparable entre les deux groupes. Les scores moyens et médians sont quasi identiques entre la voie endoscopique (moyenne = 68,1 ; médiane = 72,5) et la voie mini-open (moyenne = 68,3 ; médiane = 70,0), sans différence statistiquement significative ($p = 0,626$)

On note toutefois une dispersion légèrement plus marquée dans le groupe endoscopique (écart-type = 13,35 vs 7,68), traduisant une variabilité interindividuelle plus marquée des limitations fonctionnelles. Dans l'ensemble, la cohorte présente un niveau de handicap élevé (médiane $\approx 70/100$), cohérent avec les stades opérables du syndrome du canal carpien. Ce degré de sévérité initiale confère à la fois une ample marge de récupération post-chirurgicale, mais expose certains patients à un risque d'effet plafond dans la récupération complète des fonctions manuelles fines, sauf qu'elle place notre cohorte très largement au-dessus des cohortes chirurgicale (Zimmerman et al., 2020) (260) expliquée par le taux élevé des participants diabétique (Zimmerman et al., 2019)(261), proportion féminine dominante (Linde et al., 2018) et niveau socioéconomique bas (Zhang et al., 2023)(238).

L'absence de différence significative entre les groupes ($p = 0,626$) confirme leur comparabilité initiale, renforçant la validité des comparaisons postopératoires.

Cette équivalence clinique et statistique renforce la puissance interne de la comparaison des résultats fonctionnels postopératoires, en limitant le risque de confusion lié aux différences de sévérité préexistantes.

Force de préhension préopératoire :

La force de préhension moyenne observée dans notre cohorte, voisine de 17 kg, s'inscrit dans les plages habituellement rapportées dans la littérature pour les formes modérées à sévères de syndrome du canal carpien (SCC), où les valeurs préopératoires se situent entre 15 et 20 kg

La comparaison intergroupe ne montre pas de différence significative entre la chirurgie endoscopique et la mini-open, avec des valeurs moyennes respectives de $17,55 \pm 4,94$ kg et $16,19 \pm 3,17$ kg ($p = 0,200$). L'écart standardisé moyen (SMD = 0,33) confirme que l'ampleur de la différence est faible, témoignant d'une homogénéité fonctionnelle préopératoire entre les deux groupes.

Ainsi, les deux groupes présentent un profil moteur préopératoire similaire, marqué par une faiblesse de la force de préhension témoignant d'une atteinte fonctionnelle réelle mais comparable, garantissant la validité des comparaisons postopératoires quant à la récupération de la force manuelle.

Afin d'affiner cette évaluation, la force de pince, plus spécifique du territoire moteur du nerf médian, a également été analysée.

Force de pince tripode préopératoire :

La force de pince mesurée avant chirurgie était comparable entre les deux groupes, avec des moyennes respectives de $7,03 \pm 1,52$ kg pour la chirurgie endoscopique et $7,08 \pm 1,65$ kg pour la mini-open ($p = 0,950$). L'écart standardisé moyen très faible ($SMD = 0,03$) confirme l'absence de différence cliniquement pertinente, traduisant une homogénéité motrice préopératoire quasi parfaite entre les deux groupes.

L'absence de différence intergroupe confirme que la répartition des patients selon la technique opératoire ne repose pas sur une disparité fonctionnelle initiale. Cette équivalence préopératoire constitue donc un gage de comparabilité pour l'évaluation des gains de force en postopératoire, principal marqueur de récupération fonctionnelle.

Profil sensitif objectif (Discrimination à deux points) :

La discrimination à deux points préopératoires était comparable entre les deux groupes, avec des valeurs moyennes de $5,33 \pm 1,12$ mm dans le groupe endoscopique et $5,14 \pm 0,99$ mm dans le groupe mini-open, pour une médiane identique de 5,0 [5–5] mm. L'analyse statistique ne révèle aucune différence significative entre les participant en baseline pour ce parametre deux techniques ($p = 0,212$; $SMD = 0,18$), traduisant une différence faible et cliniquement négligeable.

Sévérité électromyographique préopératoire :

La sévérité électromyographique préopératoire apparaissait globalement équilibrée entre les deux groupes. L'analyse comparative confirme cette similarité : le risque relatif ($RR = 0,97$; $IC95 \% : 0,78-1,20$) ne montre aucun excès de risque associé à l'une ou l'autre technique, tandis que la différence standardisée des moyennes ($ASD = 0,07$) traduit un déséquilibre négligeable de sévérité entre les groupes sur le plan clinique, confirmant la comparabilité des populations avant intervention.

Ce profil est cohérent avec les grandes séries cliniques où les formes sévères de SCC représentent la majorité des cas opérés. Selon Li et al. (2020)(262) et Brinkman et al. (2025) (263) les atteintes électromyographiques de grade modéré à sévère concernent 70 à 85 % des patients candidats à la chirurgie.

L'équilibre électromyographique observé entre les groupes dans notre étude est essentiel sur le plan méthodologique, car la sévérité neurophysiologique préopératoire influence directement la récupération postopératoire. Plusieurs travaux (Zivkovic, 2020; Ise et al., 2021)(264,249) ont montré que les patients présentant une atteinte sévère récupèrent plus lentement, avec parfois une persistance de paresthésies résiduelles malgré la libération complète du nerf médian.

L'analyse de comparabilité des caractéristiques préopératoires par bras chirurgicale confirme une homogénéité satisfaisante entre les groupes endoscopique et mini-open. Cette état constitue un gage de rigueur méthodologique, en garantissant que les différences observées ultérieurement ne puissent être attribuées à un biais de sélection ou à une disparité initiale. Elle renforce ainsi la validité interne de la comparaison et la portée interprétative des résultats obtenus. Sur cette base, l'évaluation peropératoire a été entreprise afin d'apprécier de manière objective les performances respectives des deux approches chirurgicales.

Situation peropératoire :

L'évaluation peropératoire a permis d'analyser les conditions techniques et les paramètres opératoires associés à chacune des deux approches chirurgicales. Cette étape, essentielle à la compréhension des performances respectives des techniques endoscopique et mini-open, visait à déterminer si des différences significatives pouvaient être observées au cours de l'intervention, tant sur le plan opératoire proprement dit que sur les aspects liés à la sécurité et à l'efficacité immédiate du geste chirurgical.

Sur la base de la comparabilité préopératoire établie entre les deux groupes, les résultats peropératoires obtenus n'ont pas mis en évidence de différence statistiquement significative, comme en témoigne l'intervalle de confiance du rapport de risque incluant la valeur nulle ($p > 0,05$). Cette absence de supériorité statistique suggère que le choix de l'une ou l'autre des techniques ne peut se fonder uniquement sur des critères de significativité.

Dès lors, il est apparu pertinent d'élargir la réflexion vers l'analyse de l'efficacité et de l'efficience, deux dimensions complémentaires mais distinctes, qui constituent aujourd'hui des critères essentiels d'évaluation en pratique chirurgicale. Cette approche vise à déterminer si, au-delà de la simple absence de différence statistique, certains éléments pratiques, cliniques ou économiques peuvent justifier une préférence pour l'une des deux techniques.

Ainsi, l'analyse suivante s'attache à explorer ces dimensions afin d'identifier d'éventuels avantages cliniques, organisationnels ou contextuels pouvant orienter le choix de la stratégie chirurgicale la plus appropriée.

Analyse de la latéralité de la main opérée :

La distribution de la main opérée montre une différence significative entre les deux techniques, liée principalement à la présence exclusive de cas bilatéraux dans le groupe endoscopie. Dans ce groupe ($n = 36$), la main droite a été opérée dans 61,1 % des cas (22/36), la gauche dans 22,2 % (8/36), et une atteinte bilatérale était notée chez 16,7 % des patients (6/36). En revanche, aucun cas bilatéral n'a été recensé dans le groupe mini-open, où la main droite représentait 69,4 % (25/36) et la gauche 30,6 % (11/36).

L'analyse statistique confirme une différence statistiquement significative ($p \approx 0,036$; Cramér $V \approx 0,30$), correspondant à un effet de petite à moyenne amplitude. Le contraste spécifique bilatéralité oui/non met en évidence une surreprésentation des cas bilatéraux dans le groupe endoscopie (6/36 vs 0/36 ; $p \approx 0,025$; OR $\approx 15,6$, IC95 % large selon Haldane–Anscombe).

L'attribution de la technique chirurgicale a été réalisée par tirage au sort pour le premier patient. En cas de bilatéralité, la main controlatérale a été opérée avec la même technique que celle allouée à la main index, afin d'éviter tout cross-over entre techniques au sein d'un même patient. La main index (dominante ou la plus symptomatique selon l'évaluation préopératoire) a été retenue pour l'analyse principale des critères de jugement cliniques et électrophysiologiques.

Enfin, ce constat souligne l'importance de décrire la latéralité et la bilatéralité dans toute étude comparative du syndrome du canal carpien, car ces paramètres peuvent refléter non seulement la sévérité du syndrome mais aussi les préférences chirurgicales et anesthésiques, susceptibles d'influencer la sélection des patients et la généralisation des résultats.

Longueur de l'incision :

La longueur de l'incision diffère significativement entre les deux techniques, confirmant la supériorité de l'approche endoscopique en termes de mini-invasivité. Bien que la médiane soit identique (10 mm) dans les deux groupes, la dispersion des valeurs est nettement plus marquée dans le groupe mini-open (IQR 10–15 mm), où environ 30 % des incisions atteignent 15 mm, contre des valeurs quasi constantes autour de 10 mm dans le groupe endoscopique. Les tests de comparaison confirment une différence hautement significative en faveur de l'endoscopie ($p < 0,001$, test asymptotique ; $p = 0,0004$, test exact de Fisher), traduisant une réduction réelle de la taille d'incision liée à la technique.

Ces résultats concordent avec la littérature : l'ECTR est réalisée via une incision unique au pli palmaire proximal du poignet et standardisée par l'instrumentation (mono-portale, CTS Relief Kit CONMED, arthroscope standard 4 mm, 30°) ce qui réduit la sensibilité cicatricielle et accélère la reprise par rapport aux abords ouverts/mini-open (Menon., 1994 ; Li.,2020)(233,265). À l'inverse, le KnifeLight à incision palmaire distale requiert une exposition directe plus variable du rétinaculum, ce qui augmente la taille d'incision et la morbidité locale (douleurs de cicatrice/pillar), expliquant la dispersion observée dans notre série (Helm.,2003 ;

Ainsi, la différence significative observée ici, bien qu'attendue, confirme l'avantage ergonomique et tissulaire de l'endoscopie, élément fondamental dans la comparaison fonctionnelle à court terme entre les deux approches.

Incidents peropératoires et conversions selon la technique :

Aucun événement peropératoire ayant entraîné une conséquence clinique grave n'a été observé dans notre série (0/72), traduisant un profil de sécurité globalement rassurant. Ce constat rejoint les données de la littérature, qui soulignent la rareté des complications majeures tant après chirurgie endoscopique qu'après technique mini-open, lorsque la procédure est réalisée par des opérateurs expérimentés (Vasiliadis et al., 2015 ; Devana et al., 2019) (266,267).

Les incidents peropératoires mineurs, buée de l'optique, lâchage de garrot, incidents d'instrumentation ou conversions ont toutefois été plus fréquents dans le groupe endoscopique (conversions 8,3 % vs 0 %, buée 8,3 % vs 0 %, lâchage 5,6 % vs 0 %). À l'inverse, une brisure de lame a été rapportée uniquement dans le groupe mini-open (2,8 %). Les aléas techniques de l'ECTR sont mieux documentés (dépendance à la visualisation, buée, orientation des

instruments, synovite et variantes anatomiques) et expliquent des conversions ponctuelles qui restent globalement rares en pratique (autours de 0,7 %, IC95 % 0,3–1,2 % en méta-analyse :best-evidence (Miller., 2023)(226) , mais pouvant atteindre les 4 % dans certaines séries contemporaines, principalement pour visualisation insuffisante (Coady-Fariborzian. ;2025).

Ce taux de 8,3% bien qu' au-dessus des moyennes observées dans les séries récentes mais surtout a plus gros effectifs, il reste néanmoins concordant avec des sous-cohortes précoces ($\leq 50-70$ cas), 10–40 % ont été rapportés, puis < 5 % après standardisation et expérience car sensible très sensibles à la courbe d'apprentissage (Bhat., 2018 :first 100 cases, Inde) (268) .

En pratique, nos résultats confirment que la chirurgie endoscopique, bien que sûre, expose à davantage d'aléas techniques intra-opératoires que la mini-open (buée, visualisation insuffisante, incidents d'instrumentation, conversions), le plus souvent résolus sans impact clinique. Cette observation renforce l'intérêt des mesures d'assurance qualité : prévention de la buée (protocoles anti-condensation), check-list d'équipement et formation progressive des opérateurs. Plusieurs séries montrent d'ailleurs une diminution nette de ces incidents au fil de la courbe d'apprentissage (LI, 2020 ; Kong., 2024)(233,269).

L'interprétation des résultats postopératoires s'articule autour des notions d'efficacité et d'efficience, complémentaires dans l'évaluation globale des deux techniques chirurgicales. L'efficacité correspond à l'amélioration réelle de l'état clinique et fonctionnel du patient (douleur, récupération sensitive et motrice, autonomie et qualité de vie) traduite par les scores EVA, SSS, D2P, FSS et Quick DASH, ainsi que par la satisfaction et le confort postopératoire. L'efficience, quant à elle, renvoie à la performance technique et organisationnelle de l'acte chirurgical, appréciée notamment à travers la durée opératoire et la rapidité de récupération. Cette double lecture permet d'évaluer non seulement le bénéfice thérapeutique perçu, mais aussi la pertinence pratique et la soutenabilité de chaque approche dans un contexte clinique réel. L'analyse de l'efficacité, premier axe de cette double approche, repose sur l'évaluation de l'évolution postopératoire globale.

Evolution postopératoire globale :

L'efficacité globale des deux techniques chirurgicales a été appréciée à travers une analyse intégrée des paramètres cliniques, fonctionnels et liés à la qualité de vie. Cette approche multidimensionnelle permet d'évaluer non seulement la récupération symptomatique et

sensorimotrice (scores EVA, SSS, D2P, FSS), mais aussi la reprise fonctionnelle et l'autonomie (Quick DASH), ainsi que le confort perçu par les patients (satisfaction, gêne cicatricielle, aspect esthétique et délai de reprise des activités). L'ensemble de ces indicateurs offre une vision complète du bénéfice thérapeutique et de la trajectoire de rétablissement après décompression du canal carpien.

Efficacité clinique (résultats fonctionnels et subjectifs) :

L'efficacité clinique constitue le cœur de l'évaluation thérapeutique : elle traduit la capacité d'une intervention à produire le bénéfice attendu dans des conditions réelles de soins. Dans le cas du syndrome du canal carpien, elle s'apprécie par l'évolution des symptômes sensoriels et moteurs, la diminution de la douleur et la restauration des capacités fonctionnelles, critères essentiels pour juger de la supériorité éventuelle d'une technique sur l'autre. Parmi les différents indicateurs d'efficacité clinique, le Boston Carpal Tunnel Questionnaire (BCTQ), et plus particulièrement son Symptom Severity Scale (SSS), constitue une mesure de référence.

Evolution de la sévérité symptomatique globale (BCTQ-SSS) :

La sévérité des symptômes (SSS) diminue nettement au fil du suivi dans les deux groupes, traduisant une amélioration clinique progressive après décompression du canal carpien. Cette évolution favorable est conforme à la cinétique de récupération attendue, marquée par la résolution des paresthésies et de la douleur nocturne dans les premières semaines, suivie d'une amélioration plus lente de la sensibilité et de la motricité fine.

Aucune différence intergroupe statistiquement significative n'a été observée à M1 ($p = 0,39$), M3 ($p = 0,425$) ni à M6 ($p = 0,126$). Les écarts moyens entre les techniques sont faibles ($\Delta \approx +0,09$ à $+0,17$ point, Endoscopie – Mini-open) et probablement dépourvus de pertinence clinique. Ces résultats suggèrent que la voie d'abord n'influence pas la vitesse ou l'amplitude de la récupération symptomatique rapportée par les patients.

Ces constatations rejoignent les données de la littérature : plusieurs essais comparatifs et méta-analyses (Li et al., 2020 ; Rajapandian et al., 2024 ; El Masri et al., 2024)(233,258,270) rapportent une amélioration significative du SSS après chirurgie, sans différence durable entre techniques endoscopique et mini-open au-delà des premières semaines. Si certaines études observent un léger avantage précoce de l'endoscopie sur la douleur et la reprise fonctionnelle (Miller et al., 2023 ; Hartrick et al., 2025)(226,271), cet effet tend à s'estomper après 3 à 6 mois, période à laquelle la récupération symptomatique est quasi complète dans les deux groupes.

Ainsi, la diminution du SSS observée dans notre série traduit essentiellement la guérison physiologique post-décompression plutôt qu'un effet propre à la technique chirurgicale. La convergence des scores à M6 souligne le caractère équivalent des deux approches en termes de soulagement des symptômes, en cohérence avec la littérature récente et l'étude d'implantation du kit relief de conmed (Menon et al., 1994 ; Bhattacharya et al., 2004 ; Heidarian et al., 2013 ; Miller et al., 2023 ; Hammert.,2024)(226,272–274).

Si la fréquence des paresthésies persistantes demeure faible, la qualité du confort nocturne constitue un indicateur plus sensible de la récupération fonctionnelle précoce. En effet, les symptômes nocturnes : paresthésies, douleurs ou réveils liés à l'engourdissement représentent l'une des manifestations cliniques les plus caractéristiques du syndrome du canal carpien et figurent parmi les premiers symptômes à régresser après une décompression efficace. Leur évolution au fil du suivi offre donc un repère pertinent pour apprécier la dynamique de récupération sensitive. Dans cette perspective, une analyse distincte des principales composantes du score SSS, notamment des symptômes nocturnes précoces et de la persistance éventuelle des paresthésies postopératoires, permet d'affiner l'interprétation des résultats cliniques.

Symptômes nocturnes précoces :

À un mois postopératoire, nos résultats montrent une réduction significative des symptômes nocturnes après chirurgie endoscopique comparativement à la mini-open, tant pour les paresthésies nocturnes (11,1 % vs 47,2 %) que pour les réveils nocturnes (8,3 % vs 55,6 %), avec des différences absolues cliniquement importantes (−36,1 et −47,2 points de pourcentage, respectivement). Les rapports de risque (RR = 0,24 et 0,15) traduisent une réduction relative majeure de la probabilité de symptômes nocturnes précoces dans le groupe endoscopie. Ces résultats confirment un bénéfice fonctionnel net dès la phase initiale de récupération.

Ces observations sont en accord avec les données de la littérature. Plusieurs études randomisées et méta-analyses ont souligné la disparition plus rapide des paresthésies nocturnes après libération endoscopique du canal carpien (ECTR) comparée à la technique ouverte. Orhurhu et al. (2020)(275) ont rapporté une amélioration significative de la douleur nocturne dès les premières semaines postopératoires après libération endoscopique du canal carpien, attribuée à un traumatisme tissulaire moindre et une cicatrisation plus rapide. De même, Atroshi et al. (2006) (276) ont constaté une récupération plus précoce du confort nocturne et une réduction

plus marquée des symptômes sensitifs à 1 mois après libération endoscopique du canal carpien, bien que les résultats se soient égalisés à 6 mois.

Une revue systématique de Vasiliadis et al. (2014)(266) et la méta-analyse de Sayegh & Strauch (2015)(52) confirment ces tendances, soulignant que l'endoscopie procure un soulagement plus rapide des douleurs et paresthésies nocturnes, en lien avec la limitation de la dissection palmaire et l'absence de cicatrice douloureuse sur la région thénarienne. Cette amélioration précoce des symptômes sensoriels contribue largement à la satisfaction initiale des patients, souvent évoquée dans les études de qualité de vie post-chirurgicale (Mackenzie et al., 2000 ; Bae et al., 2018)(277,278).

De manière globale, nos résultats confirment que la chirurgie endoscopique du canal carpien procure une amélioration significative et précoce des symptômes nocturnes, traduisant une récupération sensorielle plus rapide et un confort nocturne supérieur dans le premier mois postopératoire. Ces bénéfices, bien établis dans la littérature, semblent s'atténuer à moyen terme, lorsque la récupération neurologique devient complète quel que soit le mode d'abord.

Au-delà de cette amélioration sensorielle précoce, il est également pertinent d'évaluer la persistance éventuelle des paresthésies au cours du suivi.

Paresthésies postopératoires (M1–M6) :

Dans notre série, l'incidence des paresthésies rapportées entre M1 et M6 demeure très faible dans les deux groupes ($\approx 0\text{--}3\%$), sans différence significative à aucun temps d'évaluation (test exact de Fisher $p = 1,000$). L'analyse globale, ajustée sur le facteur temporel par le test de Cochran–Mantel–Haenszel, confirme l'absence d'association entre la technique chirurgicale et la survenue de paresthésies postopératoires ($p = 0,567$). Les différences absolues observées (0 à $\pm 2,8$ points de pourcentage) présentent des intervalles de confiance étendus selon Newcombe, traduisant une variabilité élevée et une absence de signification clinique. Ces résultats indiquent que la technique chirurgicale endoscopique ou mini-open n'influence pas significativement la persistance ou la réapparition de paresthésies à moyen terme.

Ces observations concordent avec la majorité des études comparatives, qui rapportent une amélioration parallèle des symptômes sensitifs dans les deux approches, une fois la décompression du nerf médian effective. Dans les essais contrôlés de Li et al. (2020) (233) et Atroshi et al. (2006)(276), la proportion de patients présentant des paresthésies résiduelles au-delà de 3 mois était similaire entre les groupes, autour de 2 à 5% . De même, la méta-analyse

de Sayegh et Strauch (2015)(52), incluant plus de 1 500 patients, n'a mis en évidence aucune différence significative entre endoscopie et voie ouverte concernant les paresthésies persistantes ou récurrentes au-delà du premier trimestre postopératoire.

Les rares cas de paresthésies prolongées décrits dans la littérature sont généralement attribués non pas à la technique d'abord, mais à des facteurs neurophysiologiques ou anatomiques : sévérité préopératoire du syndrome, durée de compression, anomalies du canal carpien, ou encore atteinte axonale importante préexistante (Peperkamp et al., 2022 ;Dahlin et al.,2024)(81,279). Une récupération incomplète de la sensibilité digitale peut ainsi survenir malgré une libération adéquate, indépendamment de la voie chirurgicale.

En conclusion, nos résultats confirment que la prévalence des paresthésies postopératoires est faible et comparable entre les deux techniques. Une fois la décompression réalisée de façon complète et atraumatique, le mode d'abord semble avoir peu d'influence sur la récupération sensitive à moyen terme, ce qui rejoint les données les plus fortes de la littérature.

Dans le prolongement de l'amélioration globale des symptômes rapportée par le score SSS, il est pertinent d'examiner plus spécifiquement l'évolution de la douleur postopératoire, composante essentielle du confort immédiat et facteur déterminant de la satisfaction précoce des patients. L'évaluation par l'échelle visuelle analogique (EVA) permet d'apprécier la dynamique de la récupération douloureuse au fil du suivi et de comparer la tolérance respective des deux voies d'abord.

Évolution de la douleur postopératoire évaluée par EVA (M1–M6) :

L'analyse de l'évolution de la douleur postopératoire, évaluée par l'échelle visuelle analogique (EVA), met en évidence un bénéfice net en faveur de la chirurgie endoscopique. Avant l'intervention, il n'existait pas de différence significative entre les deux groupes ($p = 0,255$). Cependant, dès le premier jour postopératoire (J1), une amélioration significativement plus marquée est observée dans le groupe endoscopique ($p = 0,023$). Cette tendance se confirme et s'accroît au premier mois (M1) et au troisième mois (M3) ($p = 0,002$ pour les deux), où les patients opérés par voie endoscopique présentent des scores de douleur significativement plus bas, traduisant une récupération plus rapide. À six mois (M6), la différence reste statistiquement significative mais atténuée ($p = 0,039$), suggérant un bénéfice postopératoire initial plus marqué pour l'endoscopie, mais qui tend à s'estomper progressivement.

Ce bénéfice précoce s'accompagne d'une réduction notable des symptômes nocturnes à un mois postopératoire M1. Ainsi, les paresthésies nocturnes sont rapportées par 11,1 % des patients opérés par endoscopie contre 47,2 % dans le groupe mini-open ($\Delta = -36,1$ pp, IC95 % $-58,6$ à $-6,7$; RR 0,24, IC95 % 0,09–0,63 ; $p = 0,001$). De même, les réveils nocturnes concernent 8,3% des patients en endoscopie contre 55,6 % en mini-open ($\Delta = -47,2$ pp, IC95 % $-67,6$ à $-17,8$; RR 0,15, IC95 % 0,05–0,46 ; $p < 0,001$). Ces écarts, cliniquement majeurs, confirment un avantage net de l'endoscopie sur la récupération fonctionnelle et la qualité du sommeil, dès les premières semaines postopératoires.

Ces constats rejoignent les données publiées dans la littérature. Plusieurs essais contrôlés randomisés et méta-analyses confirment que la décompression endoscopique est associée à une récupération initiale plus rapide, notamment en termes de douleur et de retour aux activités quotidiennes. Ainsi, (Li et al.,2020 ; Miller et al.,2023 ; Rajapandian.,2024 ; El Masri et al.,2024)(226,233,270,280) concluent que l'endoscopie procure un soulagement plus précoce de la douleur et une reprise fonctionnelle plus rapide par rapport à la libération mini invasive ou ouverte sans spécifier la libération proprement dite au knife light, bien qu'à long terme (≥ 6 mois) les résultats tendent à s'équilibrer entre les deux techniques . De plus, Sayegh et Strauch (2015)(52) confirment cette tendance en soulignant que la chirurgie endoscopique réduit de manière significative la douleur palmaire et la gêne cicatricielle dans les premiers mois postopératoires, permettant une reprise précoce des activités, avec une égalisation progressive et sans différence durable au-delà de six mois.

Sur le plan physiopathologique, cet avantage initial peut être expliqué par le caractère moins invasif de la chirurgie endoscopique, qui limite l'incision cutanée et préserve les tissus mous de la paume, pour (Kumar et al.,2024 ; Nakamichi et al ; 2024) l'agression palmaire par l'incision était responsable de la persistance de la douleur du pilier (281,282). Cette préservation endoscopique réduit non seulement l'inflammation locale mais aussi la sensibilité douloureuse de la cicatrice, ce qui se traduit par un confort supérieur au cours de la convalescence précoce.

L'étude de la douleur du pilier permet d'affiner l'évaluation du confort postopératoire. Fréquemment observée après chirurgie du canal carpien, cette douleur localisée traduit une réaction tissulaire cicatricielle sans lien direct avec une récurrence du syndrome canalaire. Son analyse comparative selon la voie d'abord chirurgicale offre un indicateur complémentaire du caractère invasif des techniques, en particulier pour apprécier les bénéfices attendus de la voie endoscopique sur la récupération locale et la sensibilité palmaire.

La douleur du pilier :

La douleur du pilier est significativement moins fréquente après chirurgie endoscopique à M1 et M3 ($\Delta = -41,7$ et $-25,0$ points de pourcentage ; $p < 0,001$ et $p = 0,0022$; RR ajustés = $0,03$ et $0,05$). À M6, les taux deviennent similaires entre les deux groupes ($\Delta = -2,8$ points de pourcentage ; $p = 1,000$). Ces résultats traduisent un avantage net et précoce de la voie endoscopique, bénéfice toutefois non maintenu à moyen terme.

Nos observations rejoignent largement celles de la littérature. De nombreux travaux ont souligné la réduction marquée de la douleur du pilier et de la sensibilité cicatricielle après libération endoscopique du canal carpien (ECTR) comparativement à la voie ouverte. Sayegh et Strauch (2015)(52), dans leur méta-analyse incluant plus de 1 500 patients, rapportent une incidence significativement plus faible de douleur du pilier et de gêne palmaire dans le groupe endoscopique au cours des trois premiers mois postopératoires, avec une tendance à l'égalisation des résultats au-delà de six mois. De même, Atroshi et al. (2006)(276) ont montré que les patients opérés par voie endoscopique présentaient une récupération plus rapide du confort palmaire et une diminution plus précoce de la sensibilité locale, permettant une reprise fonctionnelle anticipée.

Sur le plan physiopathologique, l'avantage initial de l'ECTR tient à sa moindre agression des tissus mous palmaires (préservation relative de l'aponévrose et du coussinet adipeux supra-rétinaculaire), limitant l'inflammation locale et la sensibilité cicatricielle ; à l'inverse, l'incision palmaire de l'OCTR expose des structures richement innervées, favorisant hypersensibilité et douleur précoces. Ces mécanismes s'accompagnent cliniquement de moins de complications de cicatrice, d'un retour au travail plus rapide et d'une satisfaction initiale plus élevée en ECTR. À moyen terme, comme observé dans notre série, cette différence tend à s'atténuer avec la maturation cicatricielle et la désensibilisation progressive de la région palmaire, confirmant l'absence d'écart durable entre les deux approches. Ces constats soutiennent l'idée que l'endoscopie confère surtout un bénéfice fonctionnel et algique précoce, sans avantage persistant à long terme, mais contribuant significativement à une meilleure récupération initiale et satisfaction du patient(280,281,283).

Ce bénéfice précoce observé sur la douleur s'accompagne également d'une amélioration nette des symptômes nocturnes, typiquement rapportés dans le syndrome du canal carpien.

Au-delà de la douleur, la restauration de la sensibilité digitale constitue un indicateur objectif essentiel du succès de la décompression. La discrimination à deux points (D2P), reflet de la fonction des fibres sensibles fines du nerf médian, permet d'apprécier la qualité et la progression de la récupération sensorielle. L'analyse des valeurs de D2P selon la voie d'abord chirurgicale apporte ainsi un éclairage complémentaire sur l'efficacité sensitive fine de chaque technique.

Récupération sensitive fine (Discrimination à deux points) :

La discrimination à deux points s'améliore significativement au cours du suivi, la médiane passant de 5 mm à M1 à 3 mm à M6 ($p < 0,001$), témoignant d'une récupération sensitive progressive après décompression du nerf médian. Cette amélioration traduit la réorganisation fonctionnelle corticale et la restauration de la conduction nerveuse distale, processus généralement observés dans les mois suivant la chirurgie (Stevens et al., 1999 ; Novak et Mackinnon, 2005).

Les comparaisons entre techniques ne mettent en évidence aucun avantage solide de l'une sur l'autre : les différences entre endoscopie et mini-open sont non significatives à M1 et M3 ($p = 0,303$ et $0,143$), et la légère supériorité observée à M6 en faveur de l'endoscopie ($+0,47$ mm, $p = 0,043$) disparaît après correction pour multiplicité (Holm-Bonferroni). Globalement, l'amélioration temporelle prédomine et dépasse l'influence du type de chirurgie, ce qui rejoint les conclusions de plusieurs essais randomisés (Atroshi et al., 2006)(276) et de méta-analyses (Sayegh et Strauch, 2015)(52)

La plupart des études convergent en effet vers une récupération progressive mais comparable de la D2P quelle que soit la voie d'abord. Michelotti et al. (2020)(284), n'ont rapporté aucune différence significative entre ECTR et OCTR à aucun temps pour la D2P transposables sur notre cohorte car traite de la D2P pour l'approche ouverte versus endoscopique. De même, Kamiya et al. (2022)(285) ont observé que la récupération sensitive suit une cinétique parallèle à celle de la force et de la douleur, atteignant un plateau entre 6 et 12 mois, indépendamment de la méthode chirurgicale.

Ainsi, la tendance observée dans notre cohorte, amélioration marquée dans le temps mais absence de différence inter-technique est conforme à la littérature, suggérant que la récupération sensitive après décompression du canal carpien dépend davantage du processus

neurophysiologique de remyélinisation et de plasticité corticale que de la voie d'abord chirurgicale.

La récupération sensitive s'accompagne progressivement d'une amélioration des performances motrices fines. La force de pince, témoin de la fonction thénarienne et de la coordination neuromusculaire distale, constitue un marqueur précoce de la restauration motrice après libération du canal carpien.

Récupération motrice : Force de pince tridigitale (M3–M6) : (plus développée)

La force de pince augmente significativement entre le 3^e et le 6^e mois postopératoire dans notre cohorte, passant de 8,39 à 9,86 kg ($\Delta \approx +1,47$ kg, soit $\approx +17,5$ % ; $p < 0,001$), avec une taille d'effet modérée à importante (Hedges $g \approx 0,88$ sous hypothèse d'indépendance). Cette amélioration traduit une progression fonctionnelle notable et cohérente avec la phase de récupération neuromusculaire attendue après décompression du nerf médian.

À M3, les deux techniques présentent des valeurs comparables ($p = 0,637$; effet négligeable), tandis qu'à M6, le groupe Mini-open affiche des valeurs légèrement supérieures ($p = 0,212$; effet petit à modéré), sans signification statistique. Les conclusions de Trumble et al. (2002) et celle de la méta-analyse de Sayegh et al., (2015) donne l'avantage à l'endoscopie en matière de récupérations de la pince tripode jusqu'au 3^e mois puis équivalent avec la libération ouverte jusqu'au 6^e mois donc cette absence d'écart précoce est cohérente avec l'emploi d'une mini-open de type KnifeLight, technique associée à une morbidité palmaire moindre et qui réduit l'avantage initial classiquement décrit pour l'ECTR

Sur le plan physiopathologique, cette progression traduit la restauration de la commande motrice des muscles thénariens, initialement affaiblis par la compression du nerf médian. La reprise de la force de pince s'appuie sur la réactivation des unités motrices et sur la diminution de la douleur, favorisant un usage plus spontané de la main opérée Ohno(286) et al., (2022) (286).

Ainsi, la tendance observée dans notre série, amélioration significative dans le temps mais absence de différence inter-technique s'intègre parfaitement dans la littérature existante, qui rapproche la technique de libération au knife light moins délabrante des résultats de l'endoscopie .

Parallèlement à la récupération motrice distale, l'évolution de la force de préhension renseigne sur la restitution de la fonction globale de la main. Ce paramètre intègre à la fois la composante motrice, la stabilité du poignet et la proprioception digitale, offrant une vision d'ensemble de la récupération fonctionnelle.

Récupération motrice globale : Force de préhension (M3–M6) :

La force de préhension s'est améliorée significativement entre M3 et M6 dans notre cohorte, passant en moyenne de 17,5 kg (médiane : 18 [15–20]) à 19,1 kg (médiane : 19 [17–22]) ($p = 0,008$). L'augmentation moyenne de +1,6 kg, soit environ +9 %, correspond à une taille d'effet faible à modérée ($SMD \approx 0,39$). Cette évolution traduit la récupération progressive de la fonction musculaire intrinsèque et extrinsèque de la main après décompression du nerf médian.

Ces résultats sont en accord avec plusieurs études rapportant une amélioration significative mais progressive de la force de préhension au cours des premiers mois suivant la chirurgie. Ise et al. (2021) ont observé une récupération significative de la force un retour au niveau préopératoire ou supérieur vers 6 mois (287). De même, Trumble et al. (2002) et Atroshi et al. (2006)(276,288) ont montré que la reprise de la force suit un profil non linéaire, marqué par une phase initiale de diminution due à la douleur et à la prudence fonctionnelle, suivie d'une récupération rapide entre 3 et 6 mois 23.

La magnitude du gain observé dans notre cohorte (+9 %) se situe dans l'intervalle rapporté par Sayegh et Strauch (2015)(52), qui décrivent des augmentations de 5 à 15 % entre 3 et 6 mois, selon la technique et le profil du patient. Ces auteurs soulignent que la force de préhension dépend non seulement de la récupération motrice, mais aussi de la diminution de la douleur, de la confiance à utiliser la main opérée et de la rééducation fonctionnelle.

Enfin, la période de 3 à 6 mois semble correspondre à la phase clé de régénération axonale et de réactivation musculaire après décompression complète du nerf médian, puis stabilisation en plateau entre le 6^{ème} et le 12^{ème} mois documentée par Lee et al., (2022)(289) Ces données confirment que la récupération de la force de préhension est un indicateur solide de la restauration fonctionnelle postopératoire et qu'elle tend à se stabiliser après 6 mois, quelle que soit la voie d'abord chirurgicale.

Au-delà des mesures objectives de force et de sensibilité, la perception subjective de la fonction manuelle demeure un indicateur essentiel du rétablissement. Le score FSS (Functional Status

Scale) évalue cette dimension, traduisant l'impact réel de la chirurgie sur les activités quotidiennes et professionnelles du patient.

Évolution fonctionnelle :

Évolution fonctionnelle subjective (BCTQ–FSS) :

Dans notre série de patients souffrant de syndrome du canal carpien, le score fonctionnel (FSS) s'améliore de façon significative entre M1 et M6 dans les deux groupes (endoscopie et mini-open), ce qui témoigne de l'effet fondamental du temps postopératoire sur la récupération. Comparativement, les moyennes de FSS sont systématiquement supérieures dans le groupe endoscopie, avec un écart maximal à M1 ($\Delta = +0,36$; IC95 % : $+0,09$ à $+0,63$; $p = 0,013$ après correction Holm–Bonferroni). Cet avantage s'estompe ensuite à M3 ($p = 0,038$, non significatif après ajustement) et devient indiscernable à M6 ($p = 0,085$).

Ce schéma (avantage précoce de l'endoscopie perdu à moyen terme) correspond aux observations d'autres études en SCC : l'endoscopie conférerait un bénéfice initial en récupération fonctionnelle, confort cicatriciel ou retour aux activités, mais les différences tendent à se diluer par la suite et ce pour (Sayegh et al., 2015 ; LI et al., 2020 ; Miller et al., 2023) ont montré une supériorité de l'ECTR dans les premiers mois puis convergence entre 3 et 6 mois postopératoires et au-delà pour le score fonctionnel.

L'existence d'une différence préopératoire modérée ($SMD \approx 0,46$) entre groupes justifie l'emploi d'un modèle mixte ajusté sur la valeur de base pour éviter un biais de sélection ou de régression vers la moyenne. Plusieurs études comparatives en SCC prennent en compte des ajustements soit par randomisation, soit par modèles multivariés, pour limiter ce risque.

Au total, l'amélioration fonctionnelle observée dans notre étude paraît être dominée par la dynamique temporelle de récupération nerveuse et tissulaire, et l'effet de la technique chirurgicale (endoscopie vs mini-open) apparaît modeste, précoce, et non **puissant après correction de la multiplicité**. Cette interprétation est cohérente avec la littérature du SCC, où l'endoscopie se démarque surtout en phase initiale (moins de douleur cicatricielle, retour plus rapide à l'activité) mais tend à converger vers des résultats équivalents à moyen terme (6 mois), (Hammert et al., 2024 ; Nakamichi et al., 2024) (272,282).

Les progrès observés sur le FSS se traduisent également sur le Quick DASH, dont la portée plus large permet de confirmer la restauration fonctionnelle du membre supérieur au-delà des

gestes fins de la main. Son analyse apporte un éclairage complémentaire sur cette dynamique fonctionnelle post décompression du canal carpien.

Evolution du Quick DASH postopératoire :

Le Quick DASH s'améliore nettement entre M1 et M6 dans les deux groupes, traduisant une progression fonctionnelle postopératoire attendue après libération du canal carpien. Cette amélioration est comparable entre les groupes endoscopie et mini-open : aux temps M1, M3 et M6, les différences moyennes observées sont faibles ($\Delta \approx -1,5$; $-0,6$; $+0,5$ point respectivement) et non significatives ($p = 0,24$; $1,00$; $0,968$). Les tailles d'effet (Hedges $g \leq |0,31|$) confirment que les écarts sont d'ampleur cliniquement modeste. Ces résultats concordent avec la littérature montrant une récupération marquée du Quick DASH au cours des premières semaines/mois après libération, avec des différences entre techniques généralement limitées ou transitoires (Hartrick et al.,2025)(271).

Enfin, en termes de pertinence clinique, les écarts observés sont bien en-dessous des valeurs de MCID recommandées pour le Quick DASH dans la littérature (estimations usuelles comprises entre ~ 10 et ~ 15 points selon les études et méta-analyses), ce qui suggère que, même si une différence statistique mineure avait été trouvée, elle n'aurait pas forcément été perçue comme cliniquement importante par les patients. Par conséquent, l'amélioration mesurée par le Quick DASH dans notre cohorte semble principalement liée au facteur temps, sans avantage inter-groupe démontré aux temps considérés.

Au-delà de la restauration des fonctions manuelles mesurée par les scores fonctionnels, il est tout aussi pertinent d'évaluer le confort postopératoire ressenti par les patients. La gêne cicatricielle, l'aspect esthétique, ainsi que le degré de satisfaction globale traduisent de manière plus subjective la qualité du vécu chirurgical et la tolérance de chaque technique.

Confort et satisfaction des patients :

Gêne cicatricielle et confort local

Nos résultats montrent que la gêne cicatricielle est significativement moins fréquente après chirurgie endoscopique qu'après mini-open, particulièrement aux temps précoces. À M1, plus de la moitié des patients opérés par voie mini-open (55,6 %) rapportaient une gêne cicatricielle, contre aucun dans le groupe endoscopie ($\Delta = -55,6$ points de pourcentage, IC95 % $-69,8$ à $-31,1$; $p < 0,001$). Cette différence persiste à M3 (0 % vs 33,3 % ; $\Delta = -33,3$ points de

pourcentage, IC95 % $-49,5$ à $-12,4$; $p \approx 0,0001$), tandis qu'à M6, aucun cas n'est plus observé dans les deux groupes. L'analyse stratifiée selon Mantel–Haenszel confirme un avantage global net en faveur de l'endoscopie ($p < 0,001$).

Ces résultats s'inscrivent pleinement dans la littérature internationale, qui souligne de manière récurrente la fréquence accrue des douleurs ou sensibilités cicatricielles après incision palmaire ouverte, combien même la mini open au knife light a drastiquement diminuée la longueur de l'incision l'aponévrose palmaire a tout de même était touchée Cette gêne, souvent liée à une irritation des rameaux cutanés ou à une fibrose sous-cutanée localisée, peut retarder la réhabilitation fonctionnelle et altérer la satisfaction du patient (Trumble et al., 2002 ; Atroshi et al., 2006 ; Li et al., 2020 ; Sayegh et al., 2015)(52,259,276,288). À l'inverse, la chirurgie endoscopique du canal carpien (ECTR) minimise le traumatisme tissulaire grâce à une incision plus discrète, située en zone non d'appui, et à l'absence de dissection directe de l'aponévrose palmaire.

Plusieurs études comparatives confirment cet avantage esthétique et fonctionnel. Dans la méta-analyse de Sayegh et Strauch (2015)(52), l'incidence des douleurs cicatricielles était environ deux fois plus élevée après chirurgie ouverte qu'après endoscopie. Li et al., (2020) (259) rapportent également une diminution significative de la sensibilité palmaire et une meilleure qualité de cicatrice avec la voie endoscopique, sans augmentation du taux de complications nerveuses ou de récidives. Vasiliadis et al., (2014)(266) soulignent par ailleurs que cette amélioration du confort local se traduit par une reprise plus rapide des gestes de la vie quotidienne, même si les résultats fonctionnels à long terme demeurent comparables entre les deux approches.

Sur le plan esthétique, la cicatrice endoscopique, généralement limitée à une incision de 1 à 1,5 cm au poignet distal, présente un aspect plus discret, souvent imperceptible à quelques mois. Cette localisation épargne la zone de contact avec les objets manipulés et les appuis palmaires, réduisant ainsi la gêne dans les activités fines ou manuelles. De plus, la diminution de la douleur et de la sensibilité locale favorise une récupération gestuelle harmonieuse, un paramètre essentiel dans la chirurgie de la main où l'aspect fonctionnel et cosmétique sont intimement liés.

Ainsi, la réduction marquée de la gêne cicatricielle observée dans notre série rejoint les données de la littérature et illustre la supériorité de l'approche endoscopique sur le plan du confort postopératoire et de l'esthétique locale. L'endoscopie apparaît non seulement comme

une technique efficace sur le plan fonctionnel, mais également plus respectueuse de l'intégrité cutanée et de la qualité de vie immédiate du patient.

L'amélioration du confort cicatriciel et l'acceptation esthétique participent directement à la perception globale du résultat chirurgical. Cette dimension, au croisement du bien-être physique et de la représentation corporelle, conditionne en grande partie la satisfaction des patients vis-à-vis de la technique utilisée et de leur rétablissement fonctionnel. Dans cette perspective, il apparaît pertinent d'examiner plus spécifiquement la satisfaction des patients, considérée comme un indicateur intégratif du ressenti subjectif, du confort postopératoire et de la perception esthétique du résultat chirurgical.

Satisfaction des patients :

La satisfaction globale des patients s'est révélée significativement plus élevée dans le groupe endoscopie aux évaluations précoces, avec des écarts moyens de +0,41 point à M1 et +0,33 point à M3 sur une échelle de 5 ($p = 0,003$ et $0,019$ respectivement), correspondant à des tailles d'effet modérées. Après correction pour la multiplicité selon la méthode de Holm–Bonferroni, ces différences demeurent significatives, confirmant la supériorité du gain précoce de satisfaction lié à l'endoscopie. À M6, les scores tendent à converger entre les deux groupes ($\Delta = +0,17$; $p = 0,114$), suggérant une atténuation du bénéfice initial.

Ces observations rejoignent de nombreuses études ayant mis en évidence une satisfaction initiale supérieure après libération endoscopique du canal carpien (ECTR) par rapport à la voie ouverte. Thoma et al. (2004) et Sayegh et Strauch (2015) ont rapporté une satisfaction plus élevée dans les premières semaines postopératoires chez les patients opérés par ECTR, corrélée à une diminution de la douleur, une meilleure fonction manuelle et une reprise plus rapide des activités quotidiennes. De même, Atroshi et al. (2006) ont montré qu'à 3 mois, la satisfaction et la perception esthétique de la cicatrice étaient significativement meilleures après libération endoscopique du canal carpien, tandis qu'à un an, les deux techniques donnaient des résultats similaires.

L'avantage précoce observé peut être attribué à la combinaison de plusieurs facteurs : moindre douleur palmaire, cicatrice plus discrète, réduction de la gêne lors de la préhension et retour plus rapide à l'autonomie fonctionnelle (Vasiliadis et al., 2014 ; Trumble et al., 2002). Ces éléments influencent directement la perception subjective du succès chirurgical, en particulier dans la phase précoce de récupération où les attentes des patients sont centrées sur le confort et

la reprise des gestes de la vie quotidienne. Néanmoins, à mesure que la cicatrisation s'achève et que la fonction se stabilise, les niveaux de satisfaction tendent à s'uniformiser entre les deux techniques, comme le confirment plusieurs études longitudinales (Verdugo et al., 2008 ; Atroshi et al., 2006).

En définitive, la chirurgie endoscopique du canal carpien apparaît associée à une satisfaction précoce plus élevée, attribuable à une meilleure tolérance locale et à une récupération fonctionnelle accélérée. À moyen terme, toutefois, les deux techniques atteignent des niveaux de satisfaction équivalents, traduisant une efficacité comparable une fois la phase de convalescence dépassée.

Après avoir établi le profil de sécurité immédiat et peropératoire, il convient désormais d'examiner les complications tardives, qui constituent un critère déterminant pour apprécier la durabilité et la tolérance des deux techniques à moyen terme.

Complications postopératoires et sécurité chirurgicale :

Dans notre série, les complications tardives concernaient 8,3 % des patients opérés par voie endoscopique contre 2,3 % par voie mini-open, soit une différence modeste et non significative. L'analyse statistique confirme cette absence de différence : le risque relatif ($RR = 1$; IC95 % : 0,36–2,81) suggère une tendance à la réduction du risque en faveur de l'endoscopie, mais l'intervalle de confiance incluant 1 traduit l'insuffisance de puissance statistique pour conclure. De même, la réduction absolue du risque ($ARR = 2,78$ % ; IC95 % : –16,8 % à +22,4 %) reste faible et non significative. Le test global ($p = 1$) appuie l'idée qu'aucune supériorité nette ne peut être démontrée entre les deux techniques en termes de complications à six mois.

Ces résultats s'inscrivent dans la lignée de la littérature internationale. Plusieurs revues systématiques et méta-analyses ont montré que les techniques de libération du canal carpien, qu'elles soient endoscopiques (ECTR) ou mini-open (MOCTR), présentent des profils de sécurité comparables lorsqu'elles sont réalisées par des chirurgiens expérimentés. Ainsi Sayegh et al., (2015) ont confirmé que les complications majeures étaient rares et équivalentes entre les techniques, bien que certaines complications spécifiques puissent différer (Li et al ., 2020 ; Rajapandian et al., 2024)(259,280)

Il convient toutefois de nuancer ces résultats en tenant compte des complications spécifiques. En effet, plusieurs auteurs rapportent une fréquence légèrement accrue de lésions nerveuses transitoires après chirurgie endoscopique, particulièrement durant la phase d'apprentissage.

Dans leur méta-analyse, Sayeghet al. (2015)(52) soulignent que la technique endoscopique expose à un risque plus élevé de paresthésies transitoires ainsi Li et al.,2020 retrouve : (OR 4,87 ; IC95 % : 1,37–17,25) et surtout lié à l'expérience de l'opérateur selon Sprangers et al.,(2024)(25), tandis que la technique mini-open est davantage associée à des problèmes cicatriciels et à des douleurs de la paume toujours transitoire en dessous de 6 mois et beaucoup moins que la voie ouverte classique (Kumar et al., 2024)(290). Ces nuances renforcent l'idée que le choix de la technique doit être guidé non seulement par le profil de sécurité global, mais aussi par la balance entre les risques spécifiques et les bénéfices attendus.

Si l'analyse des complications postopératoires met en évidence une sécurité comparable entre la chirurgie endoscopique et la mini-open, l'évaluation de l'efficacité clinique reste déterminante pour apprécier la pertinence thérapeutique de ces techniques. Parmi les paramètres étudiés, la douleur constitue un critère central, puisqu'elle représente non seulement le symptôme principal motivant la chirurgie, mais également un facteur clé de satisfaction des patients et de reprise fonctionnelle. Plusieurs auteurs ont souligné que la réduction rapide de la douleur conditionne largement le pronostic fonctionnel et la qualité de vie après libération du canal carpien dont Bae et al., (2018) . À cet égard, l'évaluation de la douleur à l'aide de l'échelle visuelle analogique (EVA) constitue un indicateur de choix pour apprécier la tolérance des patients et la qualité de la récupération (Tsuchiya et al.,2024 ;Saito et al.,2023)(291,292)

Au-delà des considérations de sécurité, de récupération fonctionnelle et d'esthétique, l'évaluation de l'efficacité des techniques chirurgicales, c'est-à-dire leur capacité à obtenir les meilleurs résultats cliniques tout en optimisant l'utilisation des ressources humaines et matérielle constitue un paramètre complémentaire essentiel. Dans cette perspective, l'analyse du temps opératoire représente un indicateur objectif de performance technique et de rationalisation des moyens, venant compléter l'appréciation globale de la pertinence des deux approches.

Cependant, l'efficacité ne se limite pas à la dimension procédurale. Elle intègre également la rapidité de récupération fonctionnelle et la reprise précoce des activités professionnelles.

Bien que ces dernières (la reprise des activités quotidiennes et professionnelles) puissent être envisagée comme un indicateur clinique de la récupération fonctionnelle postopératoire, nous l'avons intégrée au chapitre consacré à l'efficacité. En effet, au-delà de son intérêt symptomatique, ce paramètre traduit la capacité d'une technique à favoriser un retour rapide à l'autonomie et à la vie active, reflétant ainsi son rendement global en termes de ressources

humaines et sociales. La reprise précoce des activités constitue donc un indicateur indirect mais pertinent de l'efficacité chirurgicale, en ce qu'elle intègre à la fois la qualité de la récupération et les retombées socio-économiques associées.

IV.3 Paramètres d'efficacité :

Temps opératoire :

L'efficacité chirurgicale, définie comme la capacité à atteindre les objectifs cliniques tout en optimisant l'utilisation des ressources disponibles, constitue un paramètre majeur dans le contexte des systèmes de santé actuels, caractérisés par des moyens humains et matériels limités. Dans notre étude, la comparaison des temps opératoires a révélé que la technique mini-open était significativement plus rapide, avec un temps opératoire total moyen de $11,36 \pm 1,62$ minutes contre $15,42 \pm 2,90$ minutes pour la voie endoscopique ($\Delta = +4,06$ min, IC 95 % $+2,94$ à $+5,17$; $p < 0,001$; $g = 1,71$). De plus, le temps de libération du nerf était également réduit en mini-open ($4,00 \pm 0,68$ min) comparativement à l'endoscopie ($7,06 \pm 2,27$ min ; $\Delta = +3,06$ min, IC95 % $+2,26$ à $+3,85$; $p < 0,001$; $g = 1,81$). Ces tailles d'effet très élevées ($r = 0,71$ et $r = 0,84$) traduisent des écarts majeurs en pratique, ce qui, selon la classification de Cohen, correspond à des effets « très importants ». Si ces différences peuvent paraître modestes en valeur absolue, leur ampleur statistique et clinique souligne un enseignement majeur de notre étude : la chirurgie mini-open se distingue par une efficacité supérieure, permettant non seulement une réduction significative des temps opératoires mais aussi un gain organisationnel concret. En pratique, ces écarts se traduisent par une optimisation du temps de salle d'opération et une meilleure productivité des équipes chirurgicales, ce qui revêt une importance particulière dans les services à forte activité. Ainsi, la mini-open, en plus de son efficacité clinique, apparaît comme une option particulièrement efficace en termes de gestion des ressources hospitalières.

En ce qui concerne la littérature pour ce paramètre ; la durée opératoire n'est pas un point de différenciation robuste entre ECTR et open/mini-open pour des méta-analyses et revue systématique d'essais randomisés récents : (Li et al., 2020 ; Almojel et al ; 2025), pour la mini open en knifelight certains auteurs la trouve plus rapide que la classique Heidarian et al., 2013 et qu'elle ne prend qu'approximativement 5 minutes contre 11 à 34 minutes selon l'expérience et courbe d'apprentissage de l'opérateur dans la revue de Wagner et al., (2018) et celle de Sato et al., (2021) qui pratique une libération endoscopique supra-naviculaire avec le KIT Relief de CONMED ; donc en somme la libération au knife light est plus rapide avec une prise en main plus simple cependant l'effet modulateur de la courbe d'apprentissage pourrait réduire l'écart

et la signification pratique de ces écarts temporels doit être relativisée au regard des avantages cliniques démontrés de la voie endoscopique, notamment la diminution plus rapide de la douleur, la reprise fonctionnelle précoce et l'amélioration de l'esthétique cicatricielle. Ces bénéfices peuvent justifier un investissement opératoire légèrement plus long, en particulier chez les patients actifs ou soucieux de la qualité esthétique du résultat.

Par ailleurs, l'évaluation de l'efficacité chirurgicale ne saurait se limiter au seul temps opératoire. Elle doit intégrer d'autres dimensions, telles que la durée d'hospitalisation, la consommation de matériel, le besoin de soins postopératoires et l'ergonomie des gestes. Dans notre série, tous les patients ont bénéficié d'une chirurgie ambulatoire, sans différence de séjour entre les deux techniques. Toutefois, la littérature suggère que l'endoscopie, en réduisant la douleur et la gêne cicatricielle, peut entraîner une diminution des soins infirmiers liés à l'analgésie et aux pansements, contribuant ainsi à un rendement global amélioré malgré un temps opératoire légèrement plus long Sayegh et al., (2015)(52). Enfin, certains auteurs soulignent que l'investissement initial en formation et en matériel pour l'endoscopie peut être compensé, à moyen terme, par une reprise plus rapide du travail et une satisfaction patient accrue, deux paramètres de plus en plus considérés dans l'évaluation de l'efficacité globale des techniques chirurgicales (Barnes et al., (2021) (293).

Reprise des activités :

Au cours de notre étude, l'amélioration des fonctions de la main a été objectivée par l'appréciation de la reprise des mouvements de préhension et de force. Dans notre série l'étude a mis en évidence des différences hautement significatives en termes de récupération fonctionnelle. Le délai moyen de retour aux activités de base était significativement plus court dans le groupe endoscopique ($12,6 \pm 4,16$ jours ; médiane 10) comparé au groupe mini-open ($20,9 \pm 3,08$ jours ; médiane 21), avec $p < 0,001$, soit une différence moyenne de $-8,3$ jours (IC95 % $-10,0$ à $-6,6$) au bénéfice de l'endoscopie, correspondant à une réduction d'environ 40 % du délai moyen. De même, le retour aux tâches ménagères légères s'est avéré plus rapide après endoscopie ($22,8 \pm 3,61$ jours ; médiane 21) qu'après mini-open ($27,6 \pm 5,23$ jours ; médiane 30) ($p < 0,001$), avec une différence moyenne de $-4,8$ jours (IC95 % $-6,92$ à $-2,68$), soit une réduction d'environ 17 %.

Ces résultats concordent avec la littérature, qui rapporte systématiquement une reprise plus précoce des activités quotidiennes après libération endoscopique du canal carpien (ECTR). Dans une méta-analyse regroupant 28 essais randomisés, Sayegh et Strauch (2015)(52) ont

montré que les patients opérés par voie endoscopique reprenaient leurs activités professionnelles et domestiques en moyenne 7 à 10 jours plus tôt que ceux opérés par voie ouverte. Miller et al. (2023)(226) ont également observé une réduction significative du temps de convalescence et une récupération fonctionnelle plus rapide après ECTR, sans augmentation du taux de complications. De même, Vasiliadis et al. (2014) (266) ont confirmé que l'endoscopie permettait un retour plus précoce à la vie quotidienne, bien que les résultats fonctionnels à long terme soient équivalents entre les deux techniques.

L'explication la plus probable de cette différence réside dans la moindre agression tissulaire de la technique endoscopique, qui préserve les structures cutanées et sous-cutanées de la paume Romero et al., (2024)(283). Cette approche minimise la douleur postopératoire, la sensibilité cicatricielle et l'œdème, permettant ainsi une utilisation plus rapide de la main opérée (Sayegh et al., 2015 ; Miller et al., 2023 ; El Masri et al., 2024)(52,226,270). Plusieurs études ont également souligné que la satisfaction des patients et la reprise des gestes de la vie quotidienne étaient directement liées à la douleur palmaire résiduelle, souvent plus marquée après incision ouverte (Trumble et al., 2002)(288).

IV.4 Limites et perspectives:

Notre étude présente certaines limites qu'il convient de souligner. D'abord, les limites méthodologiques liées à la conception de l'échantillonnage. En premier lieu, la méthode de répartition alternée adoptée, bien qu'ayant permis d'obtenir deux groupes strictement équilibrés, ne correspond pas à une randomisation stricte et peut donc exposer à un risque de biais de sélection. De plus, la taille relativement restreinte de l'échantillon (72 patients) réduit la puissance statistique et limite la détection de différences de faible amplitude entre les deux techniques.

Ensuite, le suivi a été limité à six mois, ce qui ne permet pas d'évaluer l'évolution au-delà de cette période ni de détecter d'éventuelles complications tardives ou récidives à plus long terme. À cela s'ajoute le caractère mono centrique de l'étude, qui restreint la validité externe et la généralisation des résultats à d'autres contextes cliniques ou organisationnels. Enfin, les contraintes logistiques et matérielles propres à notre environnement de soins ont influencé le choix de la stratégie d'échantillonnage, constituant un compromis entre rigueur scientifique et faisabilité.

Néanmoins, malgré ces limites, l'étude apporte des résultats pertinents grâce à la répartition équilibrée des groupes, à la standardisation des techniques chirurgicales et à l'analyse conduite dans un contexte de soins réel. Elle constitue ainsi une contribution utile à la réflexion sur l'efficacité des approches mini-invasives du syndrome du canal carpien dans les environnements à ressources limitées et ouvre la voie à plusieurs perspectives de recherche.

Sur le plan scientifique, des études multicentriques incluant un effectif plus important, permettraient de constituer une base épidémiologique nationale fiable sur le SCC. L'intégration future d'analyses médico-économiques plus complètes prenant en compte le coût direct (matériel, durée opératoire, hospitalisation) et indirect (temps d'arrêt de travail, productivité), offrirait une vision globale de l'efficacité. Ce qui permettra d'affiner les choix thérapeutiques en tenant compte non seulement de l'efficacité clinique, mais aussi de l'efficacité. Enfin, un suivi prolongé (au-delà d'un an) permettrait de mieux documenter la durabilité des résultats et la prévention des récurrences.

Sur le plan pratique, la diffusion de la chirurgie endoscopique nécessitera le développement de programmes de formation adaptés et un investissement en matériel spécifique. À l'inverse, la technique KnifeLight, de mise en œuvre plus simple, pourrait constituer une solution pragmatique dans les hôpitaux à ressources limitées. Enfin, il serait pertinent de mener des recherches qualitatives explorant l'impact de ces techniques sur la qualité de vie des patients, en particulier dans le contexte socio-économique algérien.

V. Conclusion

Bien que nos résultats n'aient pas révélé de différence statistiquement significative entre la chirurgie endoscopique et la technique mini-open, tant en termes de complications que d'amélioration fonctionnelle à long terme, il apparaît indispensable de ne pas limiter l'évaluation comparative à la seule dimension statistique. En effet, l'intégration conjointe des paramètres de sécurité, d'efficacité clinique et d'efficience organisationnelle offre une vision plus globale et nuancée des deux approches chirurgicales. En définitive, c'est cette analyse multidimensionnelle qui permet de situer, dans un cadre méthodologique rigoureux, les performances comparatives de la décompression endoscopique et de la mini-open dans le traitement du syndrome du canal carpien. Sur le plan des complications, notre étude montre des taux comparables à six mois (22,2 % vs 25,0 %), avec un risque relatif non significatif (RR = 0,89 ; IC95 % : 0,39–2,04 ; p = 0,80), confirmant les données de la littérature selon lesquelles le profil de sécurité global des deux techniques est similaire dans les mains expérimentées [Atroshi et al., 2006 ; Sayegh&Strauch, 2015](52,276).

Concernant l'efficacité clinique, la chirurgie endoscopique présente un avantage net sur la douleur immédiate et à moyen terme (J1 à M3), tandis que la récupération fonctionnelle (SSS), la force de préhension et la récupération sensitive sont équivalentes entre les deux approches. La gêne cicatricielle et l'esthétique sont clairement favorables à l'endoscopie, avec un impact positif sur la satisfaction et la qualité de vie des patients, conformément aux observations de Trumble et al. (2002) et Li et al. (2020)(259,288).

En termes d'efficience, la technique mini-open bénéficie d'un temps opératoire légèrement réduit, ce qui peut représenter un gain organisationnel, notamment dans les services à forte activité, sans compromettre les résultats cliniques. L'endoscopie, en revanche, optimise le confort postopératoire, la récupération rapide et l'esthétique, illustrant l'importance de considérer simultanément les dimensions efficacité et efficience dans le choix de la technique.

Ainsi, le choix entre endoscopie et mini-open devrait s'appuyer sur une évaluation intégrée, tenant compte de la sécurité, de l'efficacité immédiate et différée, de l'impact esthétique et du contexte organisationnel. Pour les patients attachés à une récupération rapide, une minimisation de la douleur postopératoire et à l'aspect esthétique, la voie endoscopique apparaît avantageuse. La mini-open reste une alternative solide, particulièrement dans les situations où le temps opératoire et l'optimisation des ressources constituent des priorités.

In fine, nos résultats confirment que les deux techniques sont sûres et efficaces, mais que l'endoscopie apporte un bénéfice clinique et esthétique à court et moyen terme, tandis que la mini-open présente un léger avantage en termes d'efficacité et se substitue à la technique classique pour la conversion. Cette approche intégrée souligne l'importance de personnaliser le choix chirurgical en fonction des besoins cliniques, des attentes des patients et des contraintes organisationnelles.

VI. REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. Setayesh M, Zargaran A, Sadeghifar AR, Salehi M, Rezaeizadeh H. New candidates for treatment and management of carpal tunnel syndrome based on the Persian Canon of Medicine. *Integr Med Res.* juin 2018;7(2):126- 35.
2. Zargaran A, Mehdizadeh A, Zarshenas MM, Mohagheghzadeh A. Avicenna (980–1037 AD). *J Neurol.* févr 2012;259(2):389- 90.
3. Aroori S, Spence RAJ. Carpal tunnel syndrome. **Ulster Med J.** 2008 Jan;77(1):6-17. (PMID: 18269111; PMCID: PMC2397020).
4. LaBan MM, Spiteri DJ. History and Differential Diagnosis of Carpal Tunnel Syndrome. *Phys Med Rehabil Clin N Am.* août 1997;8(3):409- 18.
5. Jimenez DF, Gibbs SR, Clapper AT. Endoscopic treatment of carpal tunnel syndrome: a critical review. **J Neurosurg.** 1998 May;88(5):817-26. doi:10.3171/jns.1998.88.5.0817. (PMID: 9576248).
6. Pearce JMS. James Paget's median nerve compression (Putnam's acroparaesthesia): Figure. *Pract Neurol.* avr 2009;9(2):96- 9.
7. Cooke ME, Duncan SFM. History of Carpal Tunnel Syndrome. In: Duncan SFM, Kakinoki R, éditeurs. *Carpal Tunnel Syndrome and Related Median Neuropathies: Challenges and Complications* Springer International Publishing; 2017. p. 7- 11.
8. Michelsen H, Posner MA. Medical history of carpal tunnel syndrome. *Hand Clin.* mai 2002;18(2):257- 68.
9. Stecco C, Aldegheri R. Historical review of carpal tunnel syndrome. *Chir Organi Mov.* mai 2008;92(1):7- 10.
10. Pfeiffer GB, Gelberman RII, Boyes JII, Rydevik B. THE HISTORY OF CARPAL TUNNEL SYNDROME. *J HAND Surg.*
11. Amadio PC. The Mayo Clinic and Carpal Tunnel Syndrome. *Mayo Clin Proc.* janv 1992;67(1):42- 8.
12. Boskovski MT, Thomson JG. Carpal Tunnel Syndrome, Syndrome of Partial Thenar Atrophy, and W. Russell Brain: A Historical Perspective. *J Hand Surg.* sept 2014;39(9):1822-1829.e1.
13. Phalen GS. The carpal-tunnel syndrome. Seventeen years' experience in diagnosis and treatment of six hundred fifty-four hands. *J Bone Joint Surg Am.* 1966 Mar;48(2):211-228
14. Padua L, Cuccagna C, Giovannini S, Coraci D, Pelosi L, Loreti C, et al. Carpal tunnel syndrome: updated evidence and new questions. *Lancet Neurol.* mars 2023;22(3):255- 67.
15. Genova A, Dix O, Saefan A, Thakur M, Hassan A. **Carpal tunnel syndrome: a review of literature.** *Cureus.* 2020 Mar 19;12(3): e7333.

16. MacDermid JC, Doherty T. Clinical and Electrodiagnostic Testing of Carpal Tunnel Syndrome: A Narrative Review. 2004;
17. Kanaan N, Sawaya RA. **Carpal tunnel syndrome: modern diagnostic and management techniques.** *Br J Gen Pract.* 2001 Apr;51(465):311-4.
18. Zaki HA, Shaban E, Salem W, Bilal F, Fayed M, Hendy M, et al. A comparative analysis between ultrasound and electromyographic and nerve conduction studies in diagnosing carpal tunnel syndrome (CTS): a systematic review and meta-analysis. *Cureus.* 2022 Oct 19;14(10):e30476. doi:10.7759/cureus.30476. PMID:36415360; PMCID:PMC9674040.
19. Wang WL, Buterbaugh K, Kadow TR, Goitz RJ, Fowler JR. A Prospective Comparison of Diagnostic Tools for the Diagnosis of Carpal Tunnel Syndrome. *J Hand Surg.* sept 2018;43(9):833-836.e2.
20. Alkaphoury MG, Dola EF. Ultrasound and magnetic resonance imaging neurography assessment of diagnostic criteria in patients with carpal tunnel syndrome using electrophysiological tests as gold standard: A prospective study. *SAGE Open Med.* janv 2024;12:20503121231218889
21. Yoshii Y, Zhao C, Amadio PC. Recent Advances in Ultrasound Diagnosis of Carpal Tunnel Syndrome. *Diagnostics.* 15 août 2020;10(8):596.
22. Lai Z han, Yang S ping, Shen H lin, Luo Y, Cai X han, Jiang W ting, et al. Combination of high-frequency ultrasound and virtual touch tissue imaging and quantification improve the diagnostic efficiency for mild carpal tunnel syndrome. *BMC Musculoskelet Disord.* déc 2021;22(1):112.
23. Heydar AM, Kürklü M. Directly Visualized Carpal Tunnel Release via a Proximal Mini-Transverse Incision: Surgical Technique and Clinical Outcomes. *J Clin Med.* 7 mai 2025;14(9):3234.
24. Tulipan JE, Ilyas AM. Carpal Tunnel Syndrome Surgery: What You Should Know. *Plast Reconstr Surg - Glob Open.* mars 2020;8(3):e2692.
25. Sprangers PN, Westenberg RF, Langer MF, Oflazoglu K, Van Der Heijden EPA. State of the art review. Complications after carpal tunnel release. *J Hand Surg Eur Vol.* févr 2024;49(2):201- 14.
26. Dale AM, Harris-Adamson C, Rempel D, Gerr F, Hegmann K, Silverstein B, et al. Prevalence and incidence of carpal tunnel syndrome in US working populations: pooled analysis of six prospective studies. *Scand J Work Environ Health.* sept 2013;39(5):495- 505.
27. Said A, Alamri S, Almalki O, Altowairqi R. Prevalence and risk factors of carpal tunnel syndrome: a systematic review and meta-analysis. *Int J Med Dev Ctries.* 2025;493- 502.
28. Gebrye T, Jeans E, Yeowell G, Mbada C, Fatoye F. Global and Regional Prevalence of Carpal Tunnel Syndrome: A Meta- Analysis Based on a Systematic Review. *Musculoskeletal Care.* déc 2024;22(4):e70024.

29. De Krom MCTFM, Knipschild PG, Kester ADM, Thijs CT, Boekkooi PF, Spaans F. Carpal tunnel syndrome: Prevalence in the general population. *J Clin Epidemiol.* avr 1992;45(4):373- 6.
30. Papanicolaou GD, McCabe SJ, Firrell J. The prevalence and characteristics of nerve compression symptoms in the general population. *J Hand Surg.* mai 2001;26(3):460- 6.
31. Fianyo E, Kakpovi K, Gbeassor-Komlanvi F, Tagbor K, Houzou P, Koffi-Tessio VES, Oniankitan O, Mijiyawa M. **Le syndrome du canal carpien à Lomé (Togo).** *European Scientific Journal.* 2020 Mar 31;16(9):229-239. doi:10.19044/esj.2020.v16n9p229
32. Apetse K, Eyadom Awidina-Ama A, Panabalo Waklatsi K, Anayo KN, Guinhouya KM, Kombate D, et al. Le syndrome du canal carpien à Lomé (2015–2020). *Swiss Arch Neurol Psychiatry Psychother* [Internet]. 2023 Oct 18 [cité 26 janv 2026];174(5):1264569876..
33. Moosazadeh M, Asadi-Aliabadi M, Rostami F, Farshidi F, Karimi N. **Prevalence of carpal tunnel syndrome in Iran: a systematic review and meta-analysis** [Persian]. *J Mazandaran Univ Med Sci.* 2018;28(161):144-153..
34. Mbarki H, Akricchi A, Lazrak A, Maaroufi C, El Midaoui A, Tachfouti N, Jellouli W, Arrayhani M, Belahsen MF, Sqalli T. **Le syndrome du canal carpien chez les patients hémodialysés chroniques.** *Pan Afr Med J.* 2013 Jan 14;14:19. doi:10.11604/pamj.2013.14.19.387. PMID:23504584; PMCID:PMC359789.
35. Lee SK, Kim SG, Kim H, Choy WS. Carpal tunnel release under wide awake local anesthesia with no tourniquet in hemodialysis patients with arteriovenous shunt. *Orthop Traumatol Surg Res.* mai 2023;109(3):103413.
36. aus dem Siepen F, Hein S, Prestel S, Baumgärtner C, Schönland S, Hegenbart U, et al. Carpal tunnel syndrome and spinal canal stenosis: harbingers of transthyretin amyloid cardiomyopathy? *Clin Res Cardiol.* 1 déc 2019;108(12):1324- 30.
37. Meirelles LM, Fernandes CH, Ejnisman B, Cohen M, Gomes Dos Santos JB, Albertoni WM. The prevalence of carpal tunnel syndrome in adapted Sports athletes based on clinical diagnostic. *Orthop Traumatol Surg Res.* juin 2020;106(4):751- 6.
38. Chenna D, Madi M, Kumar M, Kumar V, Chopperla S, Tadikonda A, et al. Worldwide prevalence of carpal tunnel syndrome among dental health care personnel - A systematic review and meta-analysis. *F1000Research.* 20 juill 2023;12:251.
39. Lahoucine LH, Selmane HE, Amari S, Khoudour Z. La Pénibilité du Travail des Sages- Femmes dans une Maternité d'un Centre Hospitalo-Universitaire d'Alger The Difficulty of The Work of Midwives in a Maternity Unit of a University Hospital Center in Algiers. 2022;16.
40. Ghomari O, Beghdadli B, Taleb M, Kandouci AB, Descatha A, Roquelaure Y, et al. Surveillance épidémiologique des troubles musculo-squelettiques du membre supérieur en entreprises dans l'Ouest algérien. *Arch Mal Prof Environ.* oct 2010;71(5):781- 9.
41. Sinha J, C. Dutta B, N. Jha S, Khalkho A, Das S, Mukherjee P. CARPEL TUNNEL SYNDROME: AN OCCUPATIONAL DISEASE. *Int J Sci Res.* 1 mai 2023;21- 2.

42. Van Rijn RM, Huisstede BM, Koes BW, Burdorf A. Associations between work-related factors and the carpal tunnel syndrome—a systematic review. *Scand J Work Environ Health*. janv 2009;35(1):19- 36.
43. Roquelaure Y, Mechali S, Dano C, Fanello S, Benetti F, Bureau D, et al. Occupational and personal risk factors for carpal tunnel syndrome in industrial workers. *Scand J Work Environ Health*. oct 1997;23(5):364- 9.
44. Maghsoudipour M, Hosseini F, Coh P, Garib S. Evaluation of occupational and non-occupational risk factors associated with carpal tunnel syndrome in dentists. *Work*. 26 mai 2021;69(1):181- 6.
45. Lovic D, Piperidou A, Zografou I, Grassos H, Pittaras A, Manolis A. The Growing Epidemic of Diabetes Mellitus. *Curr Vasc Pharmacol*. 27 janv 2020;18(2):104- 9.
46. Ong KL, Stafford LK, McLaughlin SA, Boyko EJ, Vollset SE, Smith AE, et al. Global, regional, and national burden of diabetes from 1990 to 2021, with projections of prevalence to 2050: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2021. *The Lancet*. juill 2023;402(10397):203- 34.
47. Oktayoglu P, Nas K, Kiliç F, Tasdemir N, Bozkurt M, Yildiz I. Assessment of the presence of carpal tunnel syndrome in patients with diabetes mellitus, hypothyroidism and acromegaly. *J Clin Diagn Res*. 2015 Jun;9(6):OC14-8. doi:10.7860/JCDR/2015/13149.6101. PMID:26266148; PMCID:PMC4525537.
48. Karne SS, Bhalerao NS. **Carpal tunnel syndrome in hypothyroidism.** *J Clin Diagn Res*. 2016 Feb;10(2):OC36-OC38. doi:10.7860/JCDR/2016/16464.7316. PMID:27042500.68.
 Pourmemari M, Viikari- Juntura E, Shiri R. Smoking and carpal tunnel syndrome: A meta-analysis. *Muscle Nerve*. mars 2014;49(3):345- 5049. Pourmemari M, Viikari- Juntura E, Shiri R. Smoking and carpal tunnel syndrome: A meta- analysis. *Muscle Nerve*. mars 2014;49(3):345- 50.
50. Atroshi I, Gummesson C, Johnsson R, Ornstein E, Ranstam J, Rosén I. Prevalence of carpal tunnel syndrome in a general population. *JAMA*. 14 juill 1999;282 2:153- 8.
51. Pourmemari M, Heliövaara M, Viikari- Juntura E, Shiri R. Carpal tunnel release: Lifetime prevalence, annual incidence, and risk factors. *Muscle Nerve*. oct 2018;58(4):497- 502.
52. Sayegh ET, Strauch RJ. Open versus Endoscopic Carpal Tunnel Release: A Meta-analysis of Randomized Controlled Trials. *Clin Orthop*. mars 2015;473(3):1120- 32.
53. Karl JW, Gancarczyk SM, Strauch RJ. Complications of Carpal Tunnel Release. *Orthop Clin North Am*. avr 2016;47(2):425- 33.
54. Larsen MB, Sørensen AI, Crone KL, Weis T, Boeckstyns MEH. Carpal tunnel release: a randomized comparison of three surgical methods. *J Hand Surg Eur Vol*. juill 2013;38(6):646- 50.
55. Ettema AM, Zhao C, An KN, Amadio PC. Comparative Anatomy of the Subsynovial Connective Tissue in the Carpal Tunnel of the Rat, Rabbit, Dog, Baboon, and Human. *HAND*. déc 2006;1(2):78- 84.

56. Cobb TK, Dalley BK, Posteraro RH, Lewis RC. Anatomy of the flexor retinaculum. *J Hand Surg.* 1993;18(1):91- 9.
57. Van NT, Anh Tuan HN, Quang Lam NV, Khoa TD, Tuyen LQ. Anatomical Characteristics Of The Transverse Carpal Ligament, Distal Portion Of The Flexor Retinaculum And Their Relationship With Related Structures On Adult Vietnamese Cadavers. *Afr J Biomed Res [Internet].* 2025 [cité 9 août 2025]; Disponible sur: <https://africanjournalofbiomedicalresearch.com/index.php/AJBR/article/view/7064>
58. Goitz R, Fowler J, Li ZM. The Transverse Carpal Ligament: Anatomy and Clinical Implications. *J Wrist Surg.* 24 oct 2014;03(04):233- 4.
59. Schwabl C, Hörmann R, Strolz CJ, Drakonaki E, Zimmermann R, Klauser AS. Anatomical Variants of the Upper Limb Nerves: Clinical and Preoperative Relevance. *Semin Musculoskelet Radiol.* avr 2023;27(02):129- 35.
60. Ekhtiari S, Phillips M, Dhillon D, Shahabinezhad A, Bhandari M. Understanding the learning curve of carpal tunnel release with ultrasound guidance: a review. **Cureus.** 2023 Jul 15;15(7):e41938. PMID: 37588328; PMCID: PMC10425578
61. Muñoz Romero I, Notenboom RGE, Malessy MJA. Surgical Anatomy of the Supraretinacular Fat Pad: Sensory Innervation and Preservation in Open Carpal Tunnel Release. *Oper Neurosurg.* mai 2025;28(5):712- 20.
62. Rotman MB, Donovan JP. Practical anatomy of the carpal tunnel. *Hand Clin.* mai 2002;18(2):219- 30.
63. Asghar A, Patra A, Satish Ravi K, Tubbs RS, Kumar A, Naaz S. Bifid median nerve as an anatomical risk factor for carpal tunnel syndrome: A meta- analysis. *Clin Anat.* oct 2022;35(7):946- 52.
64. Lanz U. Anatomical variations of the median nerve in the carpal tunnel. *J Hand Surg.* janv 1977;2(1):44- 53.
65. Henry BM, Zwinczewska H, Roy J, Vikse J, Ramakrishnan PK, Walocha JA, et al. The Prevalence of Anatomical Variations of the Median Nerve in the Carpal Tunnel: A Systematic Review and Meta-Analysis. Cappello F, éditeur. *PLOS ONE.* 25 août 2015;10(8):e0136477.
66. Hurwitz PJ. Variations in the Course of the Thenar Motor Branch of the Median Nerve. *J Hand Surg.* juin 1996;21(3):344- 6.
67. Krishnan P, Mishra R, Jena M, Das A. Transligamentous thenar branch of the median nerve: The million dollar nerve. *Neurol India.* 2013;61(3):311.
68. Al-Qattan MM. Variations in the Course of the Thenar Motor Branch of the Median Nerve and Their Relationship to the Hypertrophic Muscle Overlying the Transverse Carpal Ligament. *J Hand Surg.* nov 2010;35(11):1820- 4.
69. Green DP, Morgan JP. Correlation Between Muscle Morphology of the Transverse Carpal Ligament and Branching Pattern of the Motor Branch of Median Nerve. *J Hand Surg.* nov 2008;33(9):1505- 11.

70. Beris AE, Lykissas MG, Kontogeorgakos VA, Vekris MD, Korompilias AV. Anatomic variations of the median nerve in carpal tunnel release. *Clin Anat.* sept 2008;21(6):514- 8.
71. Rugiero C, Di Sette P, Dury M, Rapp E. Névromes des branches nerveuses collatérales après chirurgie du canal carpien : à propos d'une série de 9 patients. *Hand Surg Rehabil.* déc 2018;37(6):382- 3.
72. Antonopoulos I, Giavopoulos P, Chrysikos D, Filippou D, Troupis T. The Coexistence of an Incomplete Superficial Palmar Arch and a Berrettini Anastomosis: A Case Report. *Acta Medica Acad.* 11 juin 2023;52(1):47- 50.
73. Planitzer U, Steinke H, Meixensberger J, Bechmann I, Hammer N, Winkler D. Median nerve fascicular anatomy as a basis for distal neural prostheses. *Ann Anat - Anat Anz.* mai 2014;196(2- 3):144- 9.
74. Smith JL, Ebraheim NA. Anatomy of the palmar cutaneous branch of the median nerve: A review. *J Orthop.* nov 2019;16(6):576- 9.
75. Jeong YH, Choi JH, Choi HS, Kang S, Yang SN, Yoon JS. Risk Assessment of Injury to Palmar Cutaneous Branch of the Median Nerve Using High-Resolution Ultrasound. *Ann Rehabil Med.* 31 août 2019;43(4):458- 64.
76. Omole AE, Awosika A, Khan A, Adabanya U, Anand N, Patel T, et al. An Integrated Review of Carpal Tunnel Syndrome: New Insights to an Old Problem. *Cureus [Internet].* 8 juin 2023 [cité 20 juill 2025]; Disponible sur: <https://www.cureus.com/articles/152848-an-integrated-review-of-carpal-tunnel-syndrome-new-insights-to-an-old-problem>
77. Malakootian M, Soveizi M, Gholipour A, Oveisee M. Pathophysiology, Diagnosis, Treatment, and Genetics of Carpal Tunnel Syndrome: A Review. *Cell Mol Neurobiol.* juill 2023;43(5):1817- 31.
78. Joshi A, Patel K, Mohamed A, Oak S, Zhang MH, Hsiung H, et al. Carpal Tunnel Syndrome: Pathophysiology and Comprehensive Guidelines for Clinical Evaluation and Treatment. *Cureus [Internet].* 2022 Jul 20 [cité 20 oct 2025];14(7):e27053.
79. Aboonq MS. Pathophysiology of carpal tunnel syndrome. *Neurosciences (Riyadh).* 2015 Jan;20(1):4-9. PMID: 25630774; PMCID: PMC4727604.
80. Werthel JD, Zhao C, An KN, Amadio P. Carpal Tunnel Syndrome Pathophysiology: Role of Subsynovial Connective Tissue. *J Wrist Surg.* 24 oct 2014;03(04):220- 6.
81. Dahlin LB, Zimmerman M, Calcagni M, Hundepool CA, van Alfen N, Chung KC. Carpal tunnel syndrome. *Nat Rev Dis Primer.* 23 mai 2024;10(1):37.
82. Park D. Ultrasonography of the Transverse Movement and Deformation of the Median Nerve and Its Relationships With Electrophysiological Severity in the Early Stages of Carpal Tunnel Syndrome. *PM&R.* nov 2017;9(11):1085- 94.
83. Sharma D, Jaggi AS, Bali A. Clinical evidence and mechanisms of growth factors in idiopathic and diabetes-induced carpal tunnel syndrome. *Eur J Pharmacol.* oct 2018;837:156- 63.

84. Moon H, Lee BJ, Park D. Change to movement and morphology of the median nerve resulting from steroid injection in patients with mild carpal tunnel syndrome. *Sci Rep.* 24 sept 2020;10(1):15607.
85. Festen-Schrier VJMM, Amadio PC. The biomechanics of subsynovial connective tissue in health and its role in carpal tunnel syndrome. *J Electromyogr Kinesiol.* févr 2018;38:232- 9.
86. Freilich AM, Chhabra AB. Diagnosis and pathophysiology of carpal tunnel syndrome. *Curr Opin Orthop.* juill 2007;18(4):347- 51.
87. Chammas M, Boretto J, Burmann LM, Ramos RM, Dos Santos Neto FC, Silva JB. Carpal tunnel syndrome – Part I (anatomy, physiology, etiology and diagnosis). *Rev Bras Ortop Engl Ed.* sept 2014;49(5):429- 36.
88. Li ZM, Jordan DB. Carpal tunnel mechanics and its relevance to carpal tunnel syndrome. *Hum Mov Sci.* févr 2023;87:103044.
89. Pacek CA, Tang J, Goitz RJ, Kaufmann RA, Li ZM. Morphological Analysis of the Carpal Tunnel. *HAND.* mars 2010;5(1):77- 81.
90. Al-Qattan MM. The Anatomical Site of Constriction of the Median Nerve in Patients with Severe Idiopathic Carpal Tunnel Syndrome. *J Hand Surg.* déc 2006;31(6):608- 10.
91. Zaki N, Miller NJ, Frosk P, Sharma A. Amyloïdose héréditaire à transthyrétine accompagnée d'un syndrome du canal carpien. *Can Med Assoc J.* 15 avr 2024;196(14):E501- 5.
92. Werthel JD, Zhao C, An KN, Amadio P. Carpal Tunnel Syndrome Pathophysiology: Role of Subsynovial Connective Tissue. *J Wrist Surg.* 24 oct 2014;03(04):220- 6.
93. Gingery A, Yang T, Passe SM, An K, Zhao C, Amadio PC. TGF- β signaling regulates fibrotic expression and activity in carpal tunnel syndrome. *J Orthop Res.* nov 2014;32(11):1444- 50.
94. Rega G, Kaun C, Demyanets S, Pfaffenberger S, Rychli K, Hohensinner PJ, et al. Vascular Endothelial Growth Factor Is Induced by the Inflammatory Cytokines Interleukin-6 and Oncostatin M in Human Adipose Tissue In Vitro and in Murine Adipose Tissue In Vivo. *Arterioscler Thromb Vasc Biol.* juill 2007;27(7):1587- 95.
95. Li Y, Zhao J, Yin Y, Li K, Zhang C, Zheng Y. The Role of IL-6 in Fibrotic Diseases: Molecular and Cellular Mechanisms. *Int J Biol Sci.* 2022;18(14):5405- 14.
96. Sandy-Hindmarch O, Bennett DL, Wiberg A, Furniss D, Baskozos G, Schmid AB. Systemic inflammatory markers in neuropathic pain, nerve injury, and recovery. *Pain.* mars 2022;163(3):526- 37.
97. Sunderland S. The nerve lesion in the carpal tunnel syndrome. *J Neurol Neurosurg Psychiatry.* 1 juill 1976;39(7):615- 26.
98. Basiri K, Katirji B. Practical approach to electrodiagnosis of the carpal tunnel syndrome: A review. *Adv Biomed Res.* 2015;4(1):50.

99. Dabbagh A, MacDermid JC, Yong J, Packham TL, Grewal R, Boutsikari EC. Diagnostic Test Accuracy of Provocative Maneuvers for the Diagnosis of Carpal Tunnel Syndrome: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Phys Ther.* 5 juin 2023;103(6):pzad029.
100. Joshi A, Patel K, Mohamed A, Oak S, Zhang MH, Hsiung H, et al. Carpal tunnel syndrome: pathophysiology and comprehensive guidelines for clinical evaluation and treatment. *Cureus.* 2022 Jul 20;14(7):e27053. doi:10.7759/cureus.27053. PMID:36000134; PMCID:PMC9389835
101. Alanazy MH. Clinical and electrophysiological evaluation of carpal tunnel syndrome: approach and pitfalls. *Neurosciences.* juill 2017;22(3):169- 80.
102. Fernández-de-las-Peñas C, Fuensalida-Novos S, Nijs J, Basson A, Plaza-Manzano G, Valera-Calero JA, et al. Carpal Tunnel Syndrome: Neuropathic Pain Associated or Not with a Nociceptive Condition. *Biomedicines.* 17 juin 2023;11(6):1744.
103. LeBlanc KE, Cestia W. **Carpal tunnel syndrome.** *Am Fam Physician.* 2011 Apr 15;83(8):952-8. PMID: 21524035.
104. Zhang D, Chruscielski CM, Blazar P, Earp BE. Accuracy of Provocative Tests for Carpal Tunnel Syndrome. *J Hand Surg Glob Online.* mai 2020;2(3):121- 5.
105. Cunha TAL, Oliveira Filho OMD, Ribeiro MB. PHALEN TEST POSITIVATION TIME AND ITS CORRELATION WITH ELECTRONEUROMYOGRAPHY. *Acta Ortopédica Bras.* juin 2020;28(3):114- 6.
106. Saggat SK, Thaman RG, Mohan G, Kumar D. Mapping Neurophysiological Patterns in Carpal Tunnel Syndrome: Correlations With Tinel's and Phalen's Signs. **Cureus** [Internet]. 2024 Apr 13
107. Allaya F, Ines K, Masmoudi D, Triki L, Zouari H, Masmoudi K. Tests de Tinel et Phalen : quelle sensibilité et quelle spécificité au cours du syndrome du canal carpien ? *Rev Neurol (Paris).* avr 2019;175:S57.
108. Ozdag Y, Hu Y, Hayes DS, Manzar S, Akoon A, Klena JC, Grandizio LC. **Sensitivity and specificity of examination maneuvers for carpal tunnel syndrome: a meta-analysis.** *Cureus.* 2023 Jul 24;15(7):e42383.
109. Wiesman IM, Novak CB, Mackinnon SE, Winograd JM. Sensitivity and specificity of clinical testing for carpal tunnel syndrome. *Can J Plast Surg.* 2003 Summer;11(2):70-2. doi:10.1177/229255030301100205. PMID:24222987; PMCID:PMC3822605
110. Ntani G, Palmer KT, Linaker C, Harris EC, Van Der Star R, Cooper C, et al. Symptoms, signs and nerve conduction velocities in patients with suspected carpal tunnel syndrome. *BMC Musculoskelet Disord.* déc 2013;14(1):242.
111. Pimentel IS, Pimentel VS, Faloppa F, Bellotti JC, Tamaoki MJS, Pimentel BFR. Utilidade do teste de Phalen e do sinal de Tinel no prognóstico e o impacto na qualidade de vida de pacientes com síndrome do túnel do carpo submetidos a liberação aberta clássica do túnel do carpo*. *Rev Bras Ortop.* févr 2024;59(01):e54- 9.
112. Faszholtz AM, Cheng J. Updates to the Physiologic Mechanism, Anatomical Sites, and Diagnostic Utility of the Scratch Collapse Test: A Systematic Review. *Plast Reconstr Surg - Glob Open.* juill 2024;12(7):e5998.

113. Huynh MNQ, Karir A, Bennett A. Scratch Collapse Test for Carpal Tunnel Syndrome: A Systematic Review and Meta-analysis. *Plast Reconstr Surg - Glob Open*. sept 2018;6(9):e1933.
114. Azócar C, Corvalán G, Orellana P, Cobb P, Liendo R, Román J. Intraoperative immediate strength recovery following lacertus fibrosus release in patients with proximal median nerve compression at the elbow. *Int Orthop*. 1 nov 2023;47(11):2781- 6.
115. Hsu HY, Su FC, Kuo YL, Jou IM, Chiu HY, Kuo LC. Assessment from Functional Perspectives: Using Sensorimotor Control in the Hand as an Outcome Indicator in the Surgical Treatment of Carpal Tunnel Syndrome. Tremblay F, éditeur. *PLOS ONE*. 8 juin 2015;10(6):e0128420.
116. **Dworkin RH, Turk DC, Farrar JT, Haythornthwaite JA, Jensen MP, Katz NP, et al.** Core outcome measures for chronic pain clinical trials: IMMPACT recommendations. *Pain*. 2005 Jan;113(1-2):9-19.
117. Xu D, Ma W, Jiang W, Hu X, Jiang F, Mao C, et al. A randomized controlled trial: comparing extracorporeal shock wave therapy versus local corticosteroid injection for the treatment of carpal tunnel syndrome. *Int Orthop*. janv 2020;44(1):141- 6.
118. Soykök G, Güler E. The correlation between electrodiagnostic severity and patient-reported disability among carpal tunnel syndrome patients. *Ann Indian Acad Neurol*. 2024 Nov;27(6):677-683. doi:10.4103/aian.aian_241_24. Epub 2024 Nov 22. PMID:39585299.
119. Eren Y, Yavasoglu NG, Comoglu SS. The relationship between QDASH scale and clinical, electrophysiological findings in carpal tunnel syndrome. *Adv Clin Exp Med*. 31 janv 2018;27(1):71- 5.
120. Sasaki T, Nimura A, Kuroiwa T, Koyama T, Okawa A, Fujita K. Assessment of Pain During Nerve Conduction Studies in Patients With Carpal Tunnel Syndrome. *J Hand Surg Glob Online*. mars 2022;4(2):89- 92.
121. Wang Y, Wu W, Kang J, Su Y, Liu T, Zhao J, et al. Combination of morphological and multiparametric MR neurography enhances carpal tunnel syndrome diagnosis and evaluation. *Sci Rep*. 2 janv 2025;15(1):184.
122. Wadida H. El Sayed, Ph.D. SAEM M Sc;, Zahran, Ph.D. MR. Adaptation to Arabic Language, Validity and Reliability Test of Boston Carpal Tunnel Questionnaire in Carpal Tunnel Syndrome Patients. *Med J Cairo Univ*. 1 déc 2019;87(12):4405- 11.
123. Erensoy H. Translation and validation of the Arabic version of the Boston carpal tunnel syndrome questionnaire. *Neurosciences*. oct 2019;24(4):296- 301.
124. Leite JCDC, Jerosch-Herold C, Song F. A systematic review of the psychometric properties of the Boston Carpal Tunnel Questionnaire. *BMC Musculoskelet Disord*. déc 2006;7(1):78.
125. Alnahdi AH. Validity and reliability of the Arabic quick disabilities of the arm, Shoulder and Hand (QuickDASH-Arabic). *Musculoskelet Sci Pract*. juin 2021;53:102372.
126. Department of Neurology, Faculty of Medicine, Sam Ratulangi University, Prof Dr. R. D. Kandou Central General Hospital, Manado, Indonesia, Chrismicel, Jehosua SY,

- Department of Neurology, Faculty of Medicine, Sam Ratulangi University, Prof Dr. R. D. Kandou Central General Hospital, Manado, Indonesia, Runtuwene T, Department of Neurology, Faculty of Medicine, Sam Ratulangi University, Prof Dr. R. D. Kandou Central General Hospital, Manado, Indonesia, et al. Inter-measurement correlation of Carpal Tunnel Syndrome severity assessment tools and its influencing factors. *Romanian J Neurol*. 31 déc 2024;23(4):368- 75.
127. Zafar R. Level of Functional Impairment using Symptom Severity and Functional Status Scales in Patients with Carpal Tunnel Syndrome. *Heal J Physiother Rehabil Sci*. 30 déc 2021;1(2):58- 62.
128. Mosegaard SB, Stilling M, Breddam M, Hansen TB. Measurement properties of the Danish version of the Boston Carpal Tunnel Questionnaire. *JPRAS Open*. sept 2021;29:17- 25.
129. Khan F, Shehna A, Ramesh S, Sandhya K, Paul R. Subjective symptoms of carpal tunnel syndrome correlate more with psychological factors than electrophysiological severity. *Ann Indian Acad Neurol*. 2017;20(1):69.
130. Dinescu VC, Bica M, Vasile RC, Gresita A, Catalin B, Rotaru-Zavaleanu AD, et al. Limitations of the Boston Carpal Tunnel Questionnaire in Assessing Severity in a Homogeneous Occupational Cohort. *Life*. 20 janv 2025;15(1):132.
131. Aldaihan MM, Alnahdi AH. Responsiveness of the Arabic Quick Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand in Patients with Upper Extremity Musculoskeletal Disorders. *Healthcare*. 10 sept 2023;11(18):2507.
132. ÇiFtçi R, Kurtoglu A, Çelebi KÖ. Effect of electromyography biofeedback treatment on reaction time, pain, hand grip strength, and upper extremity functional status in patients with carpal tunnel syndrome. *Cukurova Med J*. 31 mars 2023;48(1):261 - 7.
133. Hong SW, Gong HS, Park JW, Roh YH, Baek GH. Validity, Reliability and Responsiveness of the Korean Version of Quick Disabilities of the Arm, Shoulder, and Hand Questionnaire in Patients with Carpal Tunnel Syndrome. *J Korean Med Sci*. 2018;33(40):e249.
134. Shapiro LM, Harris AHS, Eppler SL, Kamal RN. Can the QuickDASH PROM be Altered by First Completing the Tasks on the Instrument? *Clin Orthop*. sept 2019;477(9):2062 - 8.
135. Alanazy MH. Clinical and electrophysiological evaluation of carpal tunnel syndrome: approach and pitfalls. *Neurosciences*. juill 2017;22(3):169- 80.
136. Padua L, LoMonaco M, Gregori B, Valente EM, Padua R, Tonali P. Neurophysiological classification and sensitivity in 500 carpal tunnel syndrome hands. *Acta Neurol Scand*. 29 janv 2009;96(4):211 - 7.
137. Sasaki T, Koyama T, Kuroiwa T, Nimura A, Okawa A, Wakabayashi Y, et al. Evaluation of the Existing Electrophysiological Severity Classifications in Carpal Tunnel Syndrome. *J Clin Med*. 18 mars 2022;11(6):1685.

138. Hirani S. A study to further develop and refine carpal tunnel syndrome (CTS) nerve conduction grading tool. *BMC Musculoskelet Disord.* déc 2019;20(1):581.
139. Padua L, Lo Monaco M, Padua R, Gregori B, Tonali P. Neurophysiological classification of carpal tunnel syndrome: assessment of 600 symptomatic hands. *Ital J Neurol Sci.* mars 1997;18(3):145- 50.
140. Meļņikova V, Timčenko M, Bērziņa S, Karelis G. Can Antidromic and Orthodromic Stimulation Both Be Used for Correct Carpal Tunnel Syndrome Staging by J. D. Bland and L. Padua? *Medicina (Mex).* 21 mai 2025;61(5):938.
141. Stevens JC. AAEM minimonograph #26: The electrodiagnosis of carpal tunnel syndrome. *Muscle Nerve.* déc 1997;20(12):1477- 86.
142. Jung DH, Lee SE, Park D, Lee JW. A revised electrodiagnosis-based severity classification for carpal tunnel syndrome. *J Back Musculoskelet Rehabil.* 3 sept 2024;37(5):1205- 12.
143. Demino C, Sanin G, D'Auria J, Fowler JR. Electrodiagnostic Studies and Ultrasound Cross-Sectional Area of the Median Nerve in Patients With Isolated Cervical Radiculopathy. *J Hand Surg Glob Online.* mai 2020;2(3):126- 8.
144. Kang KC, Lee HS, Lee JH. Cervical Radiculopathy Focus on Characteristics and Differential Diagnosis. *Asian Spine J.* 31 déc 2020;14(6):921- 30.
145. Iyer S, Kim HJ. Cervical radiculopathy. *Curr Rev Musculoskelet Med.* sept 2016;9(3):272- 80.
146. Hara Y, Yoshii Y. Diagnostic Dilemmas in Carpal Tunnel Syndrome and Cervical Spine Disorders: A Comprehensive Review. *Diagnostics.* 7 janv 2025;15(2):122.
147. Hong CG, Nam WD. Reliability and Diagnostic Accuracy of Standard Dermatomes and Myotomes for Determining the Pathologic Level in Surgically Verified Patients With Cervical Radiculopathy. *Neurospine.* 31 déc 2022;19(4):1006- 12.
148. Kim KT, Kim YB. Cervical Radiculopathy due to Cervical Degenerative Diseases : Anatomy, Diagnosis and Treatment. *J Korean Neurosurg Soc.* 2010;48(6):473.
149. Upton AR, McComas AJ. The double crush in nerve entrapment syndromes. **Lancet.** 1973 Aug 18;2(7825):359-62
150. Ghali M, Ehlen QT, Kholodovsky E, Cacciatore J, Parrish J, Jenkins N, et al. Double Crush Syndrome: A Review of the Literature.
151. Upton AdrianRM, McComas A. THE DOUBLE CRUSH IN NERVE-ENTRAPMENT SYNDROMES. *The Lancet.* août 1973;302(7825):359- 62.
152. Ghali M, Ehlen QT, Kholodovsky E, Cacciatore J, Parrish J, Jenkins N, et al. Double Crush Syndrome: A Review of the Literature.
153. Dy CJ, Mackinnon SE. Ulnar neuropathy: evaluation and management. *Curr Rev Musculoskelet Med.* juin 2016;9(2):178- 84.

154. Bachoura A, Jacoby SM. Ulnar Tunnel Syndrome. *Orthop Clin North Am.* oct 2012;43(4):467- 74.
155. Illig KA, Donahue D, Duncan A, Freischlag J, Gelabert H, Johansen K, et al. Reporting standards of the Society for Vascular Surgery for thoracic outlet syndrome. *J Vasc Surg.* sept 2016;64(3):e23- 35.
156. Povlsen S, Povlsen B. Diagnosing Thoracic Outlet Syndrome: Current Approaches and Future Directions. *Diagnostics.* 20 mars 2018;8(1):21.
157. Li YK, White CP. **Five things to know about...carpometacarpal osteoarthritis of the thumb.** *CMAJ.* 2013 Feb 5;185(2):149
158. Wipperman J, Goerl K. Carpal tunnel syndrome: diagnosis and management. **Am Fam Physician.** 2016 Dec 15;94(12):993-9
159. Adler JA, Wolf JM. Proximal Median Nerve Compression: Pronator Syndrome. *J Hand Surg.* déc 2020;45(12):1157- 65.
160. Gupta P, Gupta D, Shrivastav S. Lacertus fibrosus syndrome: a case report. **Cureus** [Internet]. 2023 Oct 16 [cité 26 avr 2025];15(10):e47158
161. Apard T, Martinel V, Batby G, Draznieks G, Descamps J. Lacertus syndrome: recent advances. *Hand Surg Rehabil.* sept 2024;43(4):101738.
162. Fernández-de-las Peñas C, Ortega-Santiago R, De La Llave-Rincón AI, Martínez-Perez A, Fahandezh-Saddi Díaz H, Martínez-Martín J, et al. Manual Physical Therapy Versus Surgery for Carpal Tunnel Syndrome: A Randomized Parallel-Group Trial. *J Pain.* nov 2015;16(11):1087- 94.
163. Ostergaard PJ, Meyer MA, Earp BE. Non-operative Treatment of Carpal Tunnel Syndrome. *Curr Rev Musculoskelet Med.* avr 2020;13(2):141- 7.
164. Mertz K, Lindsay SE, Morris A, Kamal RN. Outcome Metrics in the Treatment of Carpal Tunnel Syndrome: A Systematic Review. *HAND.* juill 2022;17(4):659- 67.
165. Alrayes MS, Altawili M, Alsaffar MH, Alfarhan GZ, Owedah RJ, Bodal IS, et al. Surgical Interventions for the Management of Carpal Tunnel Syndrome: A Narrative Review. **Cureus** [Internet]. 2024 Mar 5 [cité 25 avr 2025];16(3):e55593.
166. Nobuta S, Sato K, Nakagawa T, Hatori M, Itoi E. Effects of Wrist Splinting for Carpal Tunnel Syndrome and Motor Nerve Conduction Measurements. *Ups J Med Sci.* janv 2008;113(2):181- 92.
167. Chesterton LS, Blagojevic-Bucknall M, Burton C, Dziedzic KS, Davenport G, Jowett SM, et al. The clinical and cost-effectiveness of corticosteroid injection versus night splints for carpal tunnel syndrome (INSTINCTS trial): an open-label, parallel group, randomised controlled trial. *The Lancet.* oct 2018;392(10156):1423- 33.
168. Burton C, Rathod-Mistry T, Blackburn S, Blagojevic-Bucknall M, Chesterton L, Davenport G, et al. The effectiveness of corticosteroid injection *versus* night splints for carpal tunnel syndrome: 24-month follow-up of a randomized trial. *Rheumatology.* 1 févr 2023;62(2):546- 54.

169. Kim SD. Efficacy of tendon and nerve gliding exercises for carpal tunnel syndrome: a systematic review of randomized controlled trials. *J Phys Ther Sci*. 2015;27(8):2645- 8.
170. Ashworth NL, Bland JDP, Chapman KM, Tardif G, Albarqouni L, Nagendran A. Local corticosteroid injection for carpal tunnel syndrome **(Protocol)**. *Cochrane Database Syst Rev* [Internet]. 2020 Nov 13
171. Chan PYW, Santana A, Alter T, Shiffer M, Kalahasti S, Katt BM. Long-term Efficacy of Corticosteroid Injection for Carpal Tunnel Syndrome: A Systematic Review. *HAND*. mai 2025;20(3):463- 73.
172. Hsu YCY Fu Chi; Hsu, Hsian He; Huang, Guo Shu. Ultrasound-Guided Corticosteroid Injection in Patients with Carpal Tunnel Syndrome: Efficacy of Intra-Epineurial Injection. *Ultraschall Med - Eur J Ultrasound*. 2017/12/28 éd. 7 juin 2018;39(03):334- 42.
173. Chang MH. A randomised clinical trial of oral steroids in the treatment of carpal tunnel syndrome: a long term follow up. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*. 1 déc 2002;73(6):710- 4.
174. Sveva V, Farì G, Fai A, Savina A, Viva MG, Agostini F, et al. Safety and Efficacy of Ultrasound-Guided Perineural Hydrodissection as a Minimally Invasive Treatment in Carpal Tunnel Syndrome: A Systematic Review. *J Pers Med*. 30 janv 2024;14(2):154.
175. Yang FA, Wang HY, Kuo TY, Peng CW, Liou TH, Escorpizo R, et al. Injection therapy for carpal tunnel syndrome: A systematic review and network meta-analysis of randomized controlled trials. Chaudhary P, éditeur. *PLOS ONE*. 16 mai 2024;19(5):e0303537.
176. Abdolrazaghi HA, Khansari M, Mirshahi M, Ahmadi Pishkuhi M. Effectiveness of Tendon and Nerve Gliding Exercises in the Treatment of Patients With Mild Idiopathic Carpal Tunnel Syndrome: A Randomized Controlled Trial. *HAND*. mars 2023;18(2):222- 9.
177. Zaheer SA, Ahmed Z. Neurodynamic Techniques in the Treatment of Mild-to-Moderate Carpal Tunnel Syndrome: A Systematic Review and Meta-Analysis. *J Clin Med*. 25 juill 2023;12(15):4888.
178. Ghasemi A, Olyaei GR, Bagheri H, Hadian Rasanani MR, Jalaei S, Otadi K. Effectiveness of Ultrasound Plus Nerve Gliding Exercise with and without Low-level Laser Therapy in Patients with Moderate Carpal Tunnel Syndrome. *J Mod Rehabil* [Internet]. 2023 Apr 8 [cité 17 oct 2025];17(2):149-155.
179. Vongvachvasin P, Phakdepiboon T, Chira-Adisai W, Siriratna P. Efficacy of focused shockwave therapy in patients with moderate-to-severe carpal tunnel syndrome: a preliminary study. *J Rehabil Med*. 8 févr 2024;56:jrm13411.
180. Dong Q, Li X, Yuan P, Chen G, Li J, Deng J, et al. Acupuncture for carpal tunnel syndrome: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Front Neurosci*. 23 févr 2023;17:1097455.
181. Chung VCH, Ho RST, Liu S, Chong MKC, Leung Awn, Yip BHK, et al. Electroacupuncture and splinting versus splinting alone to treat carpal tunnel syndrome: a randomized controlled trial. *Can Med Assoc J*. 6 sept 2016;188(12):867- 75.

182. O'Connor D, Marshall SC, Massy-Westropp N, Pitt V. Non-surgical treatment (other than steroid injection) for carpal tunnel syndrome. Cochrane Neuromuscular Group, éditeur. Cochrane Database Syst Rev [Internet]. 20 janv 2003 [cité 17 oct 2025];2017(12). Disponible sur: <http://doi.wiley.com/10.1002/14651858.CD003219>
183. Karimzadeh A, Esmaily H, Raeissadat SA, Esmaelzade M, Aghamiri SH, Bolandnazar NS. Comparison of the Effect of Intracarpal Injection of Ketorolac With Triamcinolone in Carpal Tunnel Syndrome: A Randomized Controlled Trial. *Ann Pharmacother*. mars 2024;58(3):205- 13.
184. Ellis JM, Folkers K, Levy M, Shizukuishi S, Lewandowski J, Nishii S, et al. Response of vitamin B-6 deficiency and the carpal tunnel syndrome to pyridoxine. *Proc Natl Acad Sci*. déc 1982;79(23):7494- 8.
185. Silviana M, Tugaworo D, Belladonna M. Efficacy of Vitamin B1, B6, and B12 Forte Therapy in Peripheral Neuropathy Patients. *Diponegoro Int Med J*. 10 mars 2021;2(1):14- 9.
186. Arvidsson I, Dahlqvist C, Enquist H, Nordander C. Action Levels for the Prevention of Work-Related Musculoskeletal Disorders in the Neck and Upper Extremities: A Proposal. *Ann Work Expo Health*. 5 août 2021;65(7):741- 7.
187. You D, Smith AH, Rempel D. Meta-Analysis: Association Between Wrist Posture and Carpal Tunnel Syndrome Among Workers. *Saf Health Work*. mars 2014;5(1):27- 31.
188. Otelea MR, Nartea R, Popescu FG, Covaleov A, Mitoiu BI, Nica AS. The Pathological Links between Adiposity and the Carpal Tunnel Syndrome. *Curr Issues Mol Biol*. 8 juin 2022;44(6):2646- 63.
189. Mi J, Liu Z. Obesity, Type 2 Diabetes, and the Risk of Carpal Tunnel Syndrome: A Two-Sample Mendelian Randomization Study. *Front Genet*. 22 juill 2021;12:688849.
190. Kasem AA. Carpal Tunnel Syndrome in Hypothyroid Patients: The Effect of Hormone Replacement Therapy. *Am J Intern Med*. 2014;2(3):54.
191. Abuzinadah AR. Effect of Hypothyroidism on the Risk of Carpal Tunnel Syndrome and Electrophysiological Parameters. *Neurol Int*. 18 sept 2025;17(9):150.
192. Chen Y, Han B, Zhang X, Guo C, Han Q, Zhang Z, et al. Conservative Treatments of Carpal Tunnel Syndrome: A Systematic Review and Network Meta-analysis. *Arch Phys Med Rehabil* [Internet]. 30 avr 2025;
193. Shin EK. Endoscopic Versus Open Carpal Tunnel Release. *Curr Rev Musculoskelet Med*. déc 2019;12(4):509- 14.
194. Holmgren-Larsson H, Lesznewski W, Lindén U, Rabow L, Thorling J. Internal neurolysis or ligament division only in carpal tunnel syndrome—results of a randomized study. *Acta Neurochir (Wien)*. 1985 Sep;74(3-4):118-21. PMID: 3885685
195. Holmgren H, Rabow L. Internal neurolysis or ligament division only in carpal tunnel syndrome II a 3 year follow-up with an evaluation of various neurophysiological parameters for diagnosis. *Acta Neurochir (Wien)*. août 1987;87(1- 2):44- 7.

196. Schuind F, Ventura M, Pasteels JL. Idiopathic carpal tunnel syndrome: Histologic study of flexor tendon synovium. *J Hand Surg.* mai 1990;15(3):497- 503.
197. Flexor Synovectomy as an Adjunct to Carpal Tunnel Release in Primary Carpal Tunnel Syndrome: A Meta-Analysis. 2021. p. 497- 501.
198. Chammas M, Boretto J, Burmann LM, Ramos RM, Neto FS, Silva JB. Carpal tunnel syndrome – Part II (treatment). *Rev Bras Ortop Engl Ed.* sept 2014;49(5):437- 45.
199. Menon J. Endoscopic Carpal Tunnel release: Preliminary report. *Arthrosc J Arthrosc Relat Surg.* févr 1994;10(1):31- 8.
200. Chen HF, Chang SM, Kao CM, Chen YL, Kao LT, Hsu YC, et al. Novel minimally invasive carpal tunnel release using a specialized surgical kit: a prospective multi-center case series. *BMC Musculoskelet Disord.* 8 avr 2025;26(1):346.
201. Office national des statistiques (Algérie). **Démographie algérienne 2020 à 2023** [Internet]. Alger: Office national des statistiques; 2024 [cité 26 janv 2026]. (Bulletin/Données statistiques n° 1030).
202. Avci S, Sayli U. Carpal Tunnel Release Using a Short Palmar Incision and a New Knife. *J Hand Surg.* août 2000;25(4):357- 60.
203. Lee SQ, Hwang PYK. Minimally invasive carpal tunnel decompression using the KnifeLight: How I Do It. *Acta Neurochir (Wien).* juill 2021;163(7):2089- 91.
204. Helm RH, Vaziri S. Evaluation of Carpal Tunnel Release Using the Knifelight® Instrument. *J Hand Surg.* juin 2003;28(3):251- 4.
205. Sato K, Murakami K, Mimata Y, Takahashi G, Doita M. Supraretinacular endoscopic carpal tunnel release: A safe alternative method for treatment of carpal tunnel syndrome. *J Orthop Surg.* 1 janv 2021;29(1):2309499021993407.
206. Kafury Goeta AA, Rojas Neira JA, Castañeda Lopez JF, Ospina Muñoz AF, Rincon Cardozo DF. Manejo endoscópico del síndrome de túnel del carpo, una experiencia de 5 años. *Rev Univ Ind Santander Salud.* 1 avr 2016;48(2):206- 12.
207. Fadili O, Khodja M, Azarpira MR. Carpal tunnel release using the KnifeLight technique: An alternative to endoscopic approach? *Int J Surg Case Rep.* déc 2024;125:110609.
208. Donabedian A. Special article: The quality of care: How can it be assessed?
209. Atroshi I. Prevalence of Carpal Tunnel Syndrome in a General Population. *JAMA.* 14 juill 1999;282(2):153.
210. Pourmemari M, Heliövaara M, Viikari- Juntura E, Shiri R. Carpal tunnel release: Lifetime prevalence, annual incidence, and risk factors. *Muscle Nerve.* oct 2018;58(4):497- 502.
211. Palmer KT, Harris EC, Coggon D. Carpal tunnel syndrome and its relation to occupation: a systematic literature review. *Occup Med.* 23 août 2006;57(1):57- 66.

212. Feng B, Chen K, Zhu X, Ip WY, Andersen LL, Page P, et al. Prevalence and risk factors of self-reported wrist and hand symptoms and clinically confirmed carpal tunnel syndrome among office workers in China: a cross-sectional study. *BMC Public Health*. déc 2021;21(1):57.
213. Amir S, Qadir M, Usman M. Clinical profile of patients with carpal tunnel syndrome. *Khyber Med Univ J* [Internet]. 2018 Mar 31 [cité 26 janv 2026];10(1):36-39.
214. Hefny M, Ashour Y, Abdullatif M, Okasha S. Sleep Disturbances in Patients with Carpal Tunnel Syndrome. *Suez Canal Univ Med J*. 1 mars 2019;22(1):73- 8.
215. Padua L, LoMonaco M, Aulisa L, Tamburrelli F, Valente EM, Padua R, et al. Surgical prognosis in carpal tunnel syndrome: usefulness of a preoperative neurophysiological assessment. *Acta Neurol Scand*. nov 1996;94(5):343- 6.
216. Mondelli M, Reale F, Sicurelli F, Padua L. Relationship between the Self-Administered Boston Questionnaire and Electrophysiological Findings in Follow-Up of Surgically-Treated Carpal Tunnel Syndrome. *J Hand Surg*. avr 2000;25(2):128- 34.
217. Tanik N, Sarp U, Ucar M, Celikbilek A, Balbaloglu O, Ak H, et al. Pain, depression and sleep disorders in patients with diabetic and nondiabetic carpal tunnel syndrome: a vicious cycle. *Arq Neuropsiquiatr*. mars 2016;74(3):207- 11.
218. Tran QD, Nguyen AS. Chất lượng giấc ngủ sau phẫu thuật điều trị hội chứng ống cổ tay. *Tạp Chí Y học Việt Nam* [Internet]. 2024 Apr [cité 26 janv 2026];537(2):77-80
219. Patel A, Culbertson MD, Patel A, Hashem J, Jacob J, Edelstein D, et al. The Negative Effect of Carpal Tunnel Syndrome on Sleep Quality. *Sleep Disord*. 2014;2014:1- 7.
220. Guler E, Soykok G. The relationship of psychological factors and sleep quality with the severity of carpal tunnel syndrome. *Neurol Asia*. sept 2022;27(3):683- 8.
221. Newington L, Harris EC, Walker-Bone K. Carpal tunnel syndrome and work. *Best Pract Res Clin Rheumatol*. juin 2015;29(3):440- 53.
222. Azevedo JWVD, Oliveira ABD, Nascimento VDG, Paiva Filho HRD, Viécili L, Rocha MA. PROFILE OF PATIENTS ON SICK LEAVE WITH CARPAL TUNNEL SYNDROME. *Acta Ortopédica Bras*. oct 2015;23(5):244- 6.
223. Hajibarati B, Molaei H, Hasanzadeh A, Ahmadzade A, Mirshahi M, Abdorrazzagh H. Carpal Tunnel Syndrome; Open or Endoscopic Release Surgery Method? *Arch Bone Jt Surg* [Internet]. févr 2022
224. Ibrahim I, Khan WS, Goddard N, Smitham P. Carpal Tunnel Syndrome: A Review of the Recent Literature. *Open Orthop J*. 23 févr 2012;6(1):69- 76.
225. Bouchal S, Midaoui AE, Berrada K, Zahra AF, Aradoini N, Harzy T, et al. Comparaison des données de l'échographie par rapport à l'électroneuromyogramme dans le diagnostic de syndrome de canal carpien. *Pan Afr Med J* [Internet]. 25 sept 2019
226. Miller LE, Hammert WC, Chung KC. Best-Evidence Systematic Review and Meta-Analysis of Endoscopic Carpal Tunnel Release Outcomes. *J Hand Surg Glob Online*. nov 2023;5(6):768- 73.

227. Damms NA, McCallum LM, Sarrianni PG, Zis P. Pain as a determinant of health-related quality of life in patients with carpal tunnel syndrome; a case-controlled study. *Postgrad Med.* 2 janv 2020;132(1):52- 5.
228. Vashirkina IM, Smirnova GV, Pronin VV, Arzhakaeva MV, Kabanov OV. CARPAL TUNNEL SYNDROME: CONSERVATIVE AND SURGICAL TREATMENT. *Vestn North-East Fed Univ Med Sci.* 31 mars 2025;(1):14- 24.
229. Kim W, Kim SK, Nabekura J. Functional and structural plasticity in the primary somatosensory cortex associated with chronic pain. *J Neurochem.* mai 2017;141(4):499- 506.
230. Dabbagh A, MacDermid JC, Yong J, Packham TL, Grewal R, Boutsikari EC. Diagnostic Test Accuracy of Provocative Maneuvers for the Diagnosis of Carpal Tunnel Syndrome: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Phys Ther.* 5 juin 2023;103(6):pzad029.
231. Sevy JO, Sina RE, Varacallo MA. Carpal tunnel syndrome. In: **StatPearls** [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2025 Jan– [updated 2023 Oct 29];
232. Arab AA, Elmaghrabi MM, Eltantawy MH. Carpal tunnel syndrome: evaluation of its provocative clinical tests. *Egypt J Neurosurg.* déc 2018;33(1):14.
233. Li Y, Luo W, Wu G, Cui S, Zhang Z, Gu X. Open versus endoscopic carpal tunnel release: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *BMC Musculoskelet Disord.* déc 2020;21(1):272.
234. Chang WY, Park SK. Endoscopic Versus Mini- open Carpal Tunnel Release in Patients with Bilateral Carpal Tunnel Syndrome.
235. Osiak K, Elnazir P, Walocha JA, Pasternak A. Carpal tunnel syndrome: state-of-the-art review. *Folia Morphol.* 8 déc 2022;81(4):851- 62.
236. Wang L. Guiding Treatment for Carpal Tunnel Syndrome. *Phys Med Rehabil Clin N Am.* nov 2018;29(4):751- 60.
237. Tripathi A, Shanker P. Efficacy of Surgical Management Among Patients With Carpal Tunnel Syndrome Not Responding to Medical Management. *Cureus* [Internet]. 18 juill 2025 [cité 27 oct 2025];
238. Zhang D, Blazar P, Earp BE. The Effect of Socioeconomic Disparity on Improvement in QuickDASH at 3 Months after Carpal Tunnel Release. *Plast Reconstr Surg - Glob Open.* mars 2023;11(3):e4878.
239. Cano LC, Leiby BM, Shum LC, Ward MG, Joseph AE. Clinical Results of Carpal Tunnel Release Using Ultrasound Guidance in Over 100 Patients at Two to Six Years. *J Hand Surg Glob Online.* mai 2024;6(3):354- 9.
240. Aguila D, Kirsch M, Kindle B, Paterson P. Long-Term Clinical Results of Carpal Tunnel Release Using Ultrasound Guidance: A Multicenter Pragmatic Study. *J Hand Surg Glob Online.* janv 2024;6(1):79- 84.
241. Clement ND, Duckworth AD, Jenkins PJ, McEachan JE. Interpretation of the QuickDASH score after open carpal tunnel decompression: threshold values associated with patient satisfaction. *J Hand Surg Eur Vol.* juill 2016;41(6):624- 31.

242. Koo JP, Kim SH, An HJ, Moon OG, Choi JH, Yun YD, et al. Two-point discrimination of the upper extremities of healthy Koreans in their 20's. *J Phys Ther Sci*. 2016;28(3):870- 4.
243. K. SKP, Thatte MR, Agarwal P, Rajendran S, Ibrahim M, Babu G V, et al. The Normal Static Two-Point Discrimination in the Palmar Aspect of Hand in Adults and Children in a Sample Indian Population. *Indian J Plast Surg*. août 2024;57(04):263- 9.
244. Hergár L, Agócs G, Váncsa S, Hegyi P, Hetthéssy JR. Assessing the severity of carpal tunnel syndrome during physical examination by measuring two-point discrimination: Post-hoc analysis of prospectively collected data. *Injury [Internet]*. 1 sept 2024
245. Ozdag Y, Hu Y, Hayes DS, Manzar S, Akoon A, Klena JC, et al. Sensitivity and Specificity of Examination Maneuvers for Carpal Tunnel Syndrome: A Meta-Analysis. *Cureus [Internet]*. 24 juill 2023 [cité 28 oct 2025];
246. Wang YC, Bohannon RW, Li X, Sindhu B, Kapellusch J. Hand-Grip Strength: Normative Reference Values and Equations for Individuals 18 to 85 Years of Age Residing in the United States. *J Orthop Sports Phys Ther*. sept 2018;48(9):685- 93.
247. Mohammadian M, Choobineh A, Haghdooost A, Hasheminejad N. Normative data of grip and pinch strengths in healthy adults of Iranian population. *Iran J Public Health*. 2014 Aug;43(8):1113-22. PMID: 25927041.
248. Padua L, Coraci D, Erra C, Pazzaglia C, Paolasso I, Loreti C, et al. Carpal tunnel syndrome: clinical features, diagnosis, and management. *Lancet Neurol*. nov 2016;15(12):1273- 84.
249. Zivkovic S, Gruener G, Arnold M, Winter C, Nuckols T, Narayanaswami P, et al. Quality measures in electrodiagnosis: Carpal tunnel syndrome—An AANEM Quality Measure Set. *Muscle Nerve*. avr 2020;61(4):460- 5.
250. Sasaki T, Makino K, Nimura A, Suzuki S, Kuroiwa T, Koyama T, et al. Assessment of grip-motion characteristics in carpal tunnel syndrome patients using a novel finger grip dynamometer system. *J Orthop Surg*. déc 2020;15(1):245.
251. Cantu CA, Myhand M, Hazime AA, Yedulla NR, Day CS. Patient-Reported Outcomes Can Serve as a Functional Substitute for Grip Strength. *J Wrist Surg*. oct 2024;13(05):427- 31.
252. Simon O, Petit A, Marteau É, Bigorre N. QuickDASH: Reliability in the assessment of carpal tunnel syndrome. *Hand Surg Rehabil*. sept 2025;44(4):102202.
253. American Academy of Orthopaedic Surgeons. *Management of Carpal Tunnel Syndrome: Evidence-Based Clinical Practice Guideline*. Rosemont (IL): American Academy of Orthopaedic Surgeons; 2016 Feb 29
254. Werner RA, Andary M. Electrodiagnostic evaluation of carpal tunnel syndrome. *Muscle Nerve*. oct 2011;44(4):597- 607.
255. Savage NJ, McKell JS. “Mild”, “Moderate”, or “Severe” Carpal Tunnel Syndrome? Depends on Who You Ask: Analysis of Existing Classification Systems in 665 Hands.

256. Sasaki T, Koyama T, Kuroiwa T, Nimura A, Okawa A, Wakabayashi Y, et al. Evaluation of the Existing Electrophysiological Severity Classifications in Carpal Tunnel Syndrome. *J Clin Med*. 18 mars 2022;11(6):1685.
257. Shim JH, Doh J won, Lee KS, Shim JJ, Yoon SM, Bae HG. The Diagnostic Value of Ultrasonography in Korean Carpal Tunnel Syndrome Patients. *Korean J Neurotrauma*. 2013;9(1):1.
258. Rajapandian R, Moti Wala S, Aledani EM, Samuel EA, Ahmad K, Manongi NJ, Butt SR. Endoscopic versus open carpal tunnel release: a systematic review of outcomes and complications. *Cureus* [Internet]. 2024 Jul 20 [cited 2025 Nov 1];16(7):e64991.259. Li Y, Luo W, Wu G, Cui S, Zhang Z, Gu X. Open versus endoscopic carpal tunnel release: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *BMC Musculoskelet Disord*. déc 2020;21(1):272.
260. Zimmerman M, Nyman E, Dahlin LB. Occurrence of cold sensitivity in carpal tunnel syndrome and its effects on surgical outcome following open carpal tunnel release. *Sci Rep*. 10 août 2020;10(1):13472.
261. Zimmerman M, Eeg-Olofsson K, Svensson AM, Åström M, Arner M, Dahlin L. Open carpal tunnel release and diabetes: a retrospective study using PROMs and national quality registries. *BMJ Open*. sept 2019;9(9):e030179.
262. Lu YT, Deol AK, Sears ED. The Association Between Electrodiagnostic Severity and Treatment Recommendations for Carpal Tunnel Syndrome. *J Hand Surg*. févr 2021;46(2):92- 8.
263. Brinkman N, Chandler C, Ring D, Vagner G, Reichel L. Most Carpal Tunnel Releases Address Moderate or Severe Median Neuropathy. *HAND*. 18 oct 2024;15589447241284776.
264. Ise M, Saito T, Katayama Y, Nakahara R, Shimamura Y, Hamada M, et al. Relationship between clinical outcomes and nerve conduction studies before and after surgery in patients with carpal tunnel syndrome. *BMC Musculoskelet Disord*. déc 2021;22(1):882.
265. Menon J. Endoscopic Carpal Tunnel release: Preliminary report. *Arthrosc J Arthrosc Relat Surg*. févr 1994;10(1):31- 8.
266. Vasiliadis HS, Xenakis TA, Mitsionis G, Paschos N, Georgoulis A. Endoscopic Versus Open Carpal Tunnel Release. *Arthrosc J Arthrosc Relat Surg*. janv 2010;26(1):26- 33.
267. Devana SK, Jensen AR, Yamaguchi KT, D'Oro A, Buser Z, Wang JC, et al. Trends and Complications in Open Versus Endoscopic Carpal Tunnel Release in Private Payer and Medicare Patient Populations. *HAND*. juill 2019;14(4):455- 61.
268. Bhat AK, Acharya AM, Mane PP, Babu S, Madi S. Our experience in first 100 cases of endoscopic carpal tunnel release: An Indian perspective. *J Arthrosc Jt Surg*. janv 2018;5(1):51- 5.
269. Kong YZS, Kang YC. Nuances in endoscopic carpal tunnel release a guide to improving outcomes. *J Hand Microsurg*. déc 2024;16(5):100150.
270. El Masri J, Chanbour H, Ghazi M, El Masri D, Salameh P, Liles C, et al. Endoscopic Versus Open Carpal Tunnel Release: An Umbrella Review and a Meta-analysis. *Ann Plast Surg*. 1 juin 2024;92(6):677- 87.

271. Hartrick OJ, Turner RK, Freethy A, Khatri C, Chong L, Wade RG, et al. Time to recovery following open and endoscopic carpal tunnel decompression: meta-analysis. **BJS Open**. 2025 Jul 1;9(4):zraf085. PMID: 40699057.
272. Hammert WC, Chung KC, Miller LE. Best-Evidence Systematic Review and Meta-Analysis of Mini-Open Carpal Tunnel Release. *J Hand Surg Glob Online*. janv 2024;6(1):35- 42.
273. Bhattacharya R, Birdsall PD, Finn P, Stothard J. A Randomized Controlled Trial of Knifelight and Open Carpal Tunnel Release. *J Hand Surg*. avr 2004;29(2):113- 5.
274. Heidarian A, Abbasi H, Hasanzadeh Hoseinabadi M, Hajialibeyg A, Kalantar Motamedi SM, Seifirad S. Comparison of Knifelight Surgery versus Conventional Open Surgery in the Treatment of Carpal Tunnel Syndrome. *Iran Red Crescent Med J*. 5 mai 2013;15(5):385- 8.
275. Orhurhu V, Orman S, Peck J, Urits I, Orhurhu MS, Jones MR, et al. Carpal Tunnel Release Surgery- A Systematic Review of Open and Endoscopic Approaches. *Anesthesiol Pain Med [Internet]*. 26 déc 2020
276. Atroshi I, Larsson GU, Ornstein E, Hofer M, Johnsson R, Ranstam J. Outcomes of endoscopic surgery compared with open surgery for carpal tunnel syndrome among employed patients: randomised controlled trial. *BMJ*. 24 juin 2006;332(7556):1473.
277. Bae JY, Kim JK, Yoon JO, Kim JH, Ho BC. Preoperative predictors of patient satisfaction after carpal tunnel release. *Orthop Traumatol Surg Res*. oct 2018;104(6):907- 9.
278. Mackenzie DJ, Hainer R, Wheatley MJ. Early Recovery After Endoscopic vs. Short-Incision Open Carpal Tunnel Release: *Ann Plast Surg*. juin 2000;44(6):601- 4.
279. Peperkamp K, Natroshvili T, Malyar MA, Heine EP, Walbeehm ET. Anatomic Variations and Malformations as Rare Causes of Median Nerve Compression in Adults: A Narrative Review. *Ann Plast Surg*. févr 2022;88(2):237- 43.
280. Rajapandian R, Moti Wala S, Aledani EM, Samuel EA, Ahmad K, Manongi NJ, et al. Endoscopic Versus Open Carpal Tunnel Release: A Systematic Review of Outcomes and Complications. *Cureus [Internet]*. 20 juill 2024
281. Kumar AAW, Lawson-Smith M. Pillar Pain After Minimally Invasive and Standard Open Carpal Tunnel Release: A Systematic Review and Meta-analysis. *J Hand Surg Glob Online*. mars 2024;6(2):212- 21.
282. Nakamichi R, Saito T, Shimamura Y, Hamada M, Nishida K, Ozaki T. Comparison of early clinical outcome in carpal tunnel release - mini-open technique with palmar incision vs. endoscopic technique with wrist crease incision-. *BMC Musculoskelet Disord*. 1 avr 2024;25(1):251.
283. Muñoz Romero I, Notenboom RGE, Malessy MJA. Surgical Anatomy of the Supraretinacular Fat Pad: Sensory Innervation and Preservation in Open Carpal Tunnel Release. *Oper Neurosurg*. mai 2025;28(5):712- 20.

284. Michelotti BM, Vakharia KT, Romanowsky D, Hauck RM. A Prospective, Randomized Trial Comparing Open and Endoscopic Carpal Tunnel Release Within the Same Patient. *HAND*. mai 2020;15(3):322- 6.
285. Kamiya Y, Minami A, Tojo Y, Mikami Y, Iwasaki N, Sakai A. The Impact of Carpal Tunnel Release on Two-Point Discrimination, Quick Disabilities of Arm, Shoulder and Hand Score and Distal Motor Latency – A Multi-centre Prospective Study. *J Hand Surg Asian-Pac* Vol. déc 2022;27(06):991- 9.
286. Ohno K, Fujino K, Fujiwara K, Yokota A, Neo M. Sonographic evaluation of the abductor pollicis brevis muscle reflects muscle strength recovery after carpal tunnel release. *J Med Ultrason*. avr 2022;49(2):279- 87.
287. Ise M, Saito T, Katayama Y, Nakahara R, Shimamura Y, Hamada M, et al. Relationship between clinical outcomes and nerve conduction studies before and after surgery in patients with carpal tunnel syndrome. *BMC Musculoskelet Disord*. déc 2021;22(1):882.
288. Trumble TE, Diao E, Abrams RA, Gilbert-Anderson MM. Single-Portal Endoscopic Carpal Tunnel Release Compared with Open Release: A Prospective, Randomized Trial. *J Bone Jt Surg*. juill 2002;84(7):1107- 15.
289. Lee SH, Gong HS. Grip Strength Measurement for Outcome Assessment in Common Hand Surgeries. *Clin Orthop Surg*. 2022;14(1):1.
290. Kumar AAW, Lawson-Smith M. Pillar Pain After Minimally Invasive and Standard Open Carpal Tunnel Release: A Systematic Review and Meta-analysis. *J Hand Surg Glob Online*. mars 2024;6(2):212- 21.
291. Saito T, Nakamichi R, Nakahara R, Nishida K, Ozaki T. The Effectiveness of Rehabilitation after Open Surgical Release for Trigger Finger: A Prospective, Randomized, Controlled Study. *J Clin Med*. 20 nov 2023;12(22):7187.
292. Tsuchiya T, Takai K. Relationships between the global symptom score and electrophysiological findings after surgical release for carpal tunnel syndrome: Indications and outcomes. *Acta Neurochir (Wien)*. 23 mai 2024;166(1):228.
293. Barnes JI, Paci G, Zhuang T, Baker LC, Asch SM, Kamal RN. Cost-Effectiveness of Open Versus Endoscopic Carpal Tunnel Release. *J Bone Jt Surg*. 17 févr 2021;103(4):343- 55.
294. Alnahdi AH. Validity and reliability of the Arabic quick disabilities of the arm, shoulder and hand (QuickDASH-Arabic). **Musculoskelet Sci Pract**. 2021 Jun;53:102372

LISTE DES FIGURES

Figure 1 IBN SINA (2) ,	Figure 2 CANON OF MEDECINE:An open ancient manuscript page from Ibn Sina's Canon of Medicine (Al-Qanun fi al-Tibb) with detailed Arabic script and marginal sit web1001inventions.com(3)	5
Figure 3 SIR JAMES PAGET/JAMES J PUTNAM		6
Figure 4 MARIE ET FOIX		7
Figure 5 : PHALEN ET TEST DE PHALEN		8
Figure 6 : Histoire des incisions pour la libération du canal carpien		9
Figure 7 : Coupe anatomique par le canal carpien		16
Figure 8 : Coupe anatomique du contenu du canal carpien		18
Figure 9 : Coussinet adipeux hypothénarien		19
Figure 10 : Terminaison du nerf medianvisions. Beris et al.		22
Figure 11 : Variation terminaison nerf median		23
Figure 12 : Variation anatomique du trajet de la branche motrice du pouce		24
Figure 13 : Branches accessoires du nerf median		25
Figure 14 : Division haute du nerf median.....		26
Figure 15 : Anastomose de BERRETTINI		29
Figure 16 : Branche cutanee palmaire.....		30
Figure 17 : Muscle lumbrical accessoire dans le tunnel carpien.....		31
Figure 18 : Anomalies tissus conjonctif sous synoviale		36
Figure 19 : Mécanisme physiopathologique vasculaire du SCC.....		37
Figure 20 : Evolution anatomopathologique de la compression nerveuse.....		40
Figure 21 : Classification électromyographique de STEVENS		53
Figure 22 : Cure lacertus fibrosus		57
Figure 23 : Knifelight.....		68
Figure 24 : Repères cutanée voie d’abord mini open au knife light		69
Figure 25 : Repérage et libération du bord distal du LAAC (flèche bleu) iconographie personnelle		70
Figure 26 : Progression de la transillumination (iconographie personnelle)		71
Figure 27 : Plaie palmaire à j7		71
Figure 28 : Kit relief de conmed		72
Figure 29 : Voie d abords endoscopique mono portale.....		72
Figure 30 : Identification des fibres transversales du LAAC.....		73

Figure 31 : Section proximo distale du LAAC (iconographie personnelle)	74
Figure 32 : Ouverture du LAAC : iconographie personnelle.....	74
Figure 33 : Contrôle par transillumination de l'ouverture du LAAC	75
Figure 34 : Conversion par libération antérograde par knife light (iconographie personnelle).....	76
Figure 35 : Répartition selon origine géographique	83
Figure 36 échelle visuelle analogique	186
Figure 37 Dynamometre de Jamar iconographie personnelle	187
Figure 38 jauge de Jamar iconographie personnelle	188
Figure 39 discriminateur a deux points	189

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Incidence hospitaliere des scc opérés par technique mini invasives	82
Tableau 2 : Répartition selon l'orientation.....	83
Tableau 3 : Répartition selon activité professionnelle	84
Tableau 4 : Répartition selon l'âge et le genre.....	85
Tableau 5 : Répartition selon caractéristiques démographiques	86
Tableau 6 : Répartition selon la fréquence des réveils nocturnes	89
Tableau 7 : Répartition selon les tests de provocations	91
Tableau 8 : Répartition selon la force de la poigne.....	91
Tableau 9 : Répartition selon la force de la pince tripode.....	92
Tableau 10 : Répartition selon discrimination a deux points.....	92
Tableau 11 : Répartition selon la sévérité de l'EMG.....	93
Tableau 12 : Récapitulatif des caractéristiques Baseline	93
Tableau 13 : Répartition selon BCTQ-SSS préopératoire	94
Tableau 14 : Répartition selon BCTQ-SSF préopératoire	95
Tableau 15 : Répartition selon score quick Dash préopératoire.....	96
Tableau 16 : Répartition selon la latéralité/main dominante.....	97
Tableau 17 : Répartition selon longueur de l'incision	98
Tableau 18 : Répartition selon le temps opératoire.....	98
Tableau 19: Temps opératoire total (minutes) par bras.....	99
Tableau 20: Temps de libération proprement dit (minutes) par bras.	99
Tableau 21 : Répartition selon incidents peropératoires et taux de conversion	100
Tableau 22 : Répartition selon l'évolution de la douleur.....	101
Tableau 23 : Répartition selon l'évolution des symptômes nocturnes.....	102
Tableau 24 : Répartition selon la force de la poigne.....	103
Tableau 25 : Répartition selon l'évolution de la pince tripode	104
Tableau 26 : Répartition selon l'évolution de la sensibilité pulpaire D2P.....	105
Tableau 27 : Répartition selon l'évolution du SSS	106
Tableau 28 : Répartition selon l'évolution du SSF.....	107
Tableau 29 : Répartition selon l'évolution du score QUICK DASH.....	108
Tableau 30 : Répartition selon la satisfaction globale.....	109
Tableau 31 : Répartition selon la satisfaction par bras chirurgicale	110
Tableau 32 : Répartition selon la douleur du pilier.....	111

Tableau 33 : Répartition selon la gêne cicatricielle	112
Tableau 34 répartition selon le délai de reprise des activités de base	113
Tableau 35 : Répartition selon la reprise des tache ménagères légères	114
Tableau 36 : Répartition des complications tardives selon technique endoscopie versus mini open	115

LISTE DES GRAPHIQUES

Graphique 1 : Répartition selon le genre.....	84
Graphique 2 : Répartition selon les comorbidités	87
Graphique 3 : Répartition selon la durée des symptômes	88
Graphique 4 : Répartition selon la douleur pré opératoire	90

vii. ANNEXES

VII.1 Fiche de collecte de données

Fiche de Recueil de Données - Essai Clinique

Libération Endoscopique vs Mini-Open Knife-Light du Canal Carpien

1. Identification du Patient

- **N° Patient :** _____
 - **Date Inclusion :** ____ / ____ / _____
 - **Groupe :** ☐ Endoscopique(1) ☐ Mini-Open (2)
 - **Wilaya :**
 - **Oriente par :**
-

2. Données Démographiques

- **Âge :** _____ ans
- **Sexe :** ☐ Homme ☐ Femme
- **Main Dominante :** ☐ Droite ☐ Gauche
- **Main Opérée :** ☐ Droite ☐ Gauche ☐ bilaterale
- **Profession :** __ ☐ oui __ ☐ non _____

Antécédents / Comorbidités (Cocher si présent) :

- ☐ Diabète
- ☐ Hypothyroïdie
- ☐ Polyarthrite rhumatoïde
- ☐ Obésité (IMC > 30)
- ☐ HTA
- ☐ Acromégalie
- ☐ Asthme

3. Évaluation Préopératoire

Symptômes :

- **Durée des symptômes** : _____ mois
- **Traitements** : -infiltration - orthèse nocturne
- **Symptômes nocturnes** : ☐ Oui ☐ Non
 - **Nb réveils/nuit** : _____
 - **Intensité (EVA 0-10)** : _____
- **Signes cliniques** :
 - Test de Phalen : ☐ Positif ☐ Négatif
 - Signe de Tinel : ☐ Positif ☐ Négatif
 - Scratch-Collapse Test : ☐ Positif ☐ Négatif
 - Durkan ☐ Positif ☐ Négatif

Autre syndrome canalaire associé : ☐ ulnaire au coude ☐ guyon ☐ lacertus

Examens Complémentaires préopératoires:

- **EMG Classification** : ☐ Léger ☐ Modéré ☐ Sévère
- **Discrimination 2 points** : _____ mm
- **Force de préhension(poigne)** : _____ kg
- **Pinch test tripode** : _____ kg

Scores :

- **BCTQ Symptômes SSS**: _____ / 5 *(moyenne items 1-11)*
 - **BCTQ Fonction SSF** : _____ / 5 *(moyenne items 1-8)*
 - **QuickDASH** : _____ / 100
 - **Eva scale** : _____ / 10
-

4. Données Peropératoires

- Temps opératoire total : _____ min
 - Temps de libération canalaire : _____ min
 - Longueur incision : _____ mm
 - Complications peropératoires : ☐ Non ☐ Oui (*Détail : _____*)
 - Conversion : ☐ Non ☐ Oui
-

5. Suivi Postopératoire

Critères Précoces :

- Douleur (EVA) :
 - J1 : _____ / 10
 - M1 : _____ / 10
 - M3 : _____ / 10
 - M6 : _____ / 10

Symptômes Nocturnes à M1 :

- ☐ Oui ☐ Non
- Nb réveils/nuît : _____

Paresthesies à M1 : ☐ Oui ☐ Non

Paresthesies à M 3 : ☐ Oui ☐ Non

Paresthesies à M6 : ☐ Oui ☐ Non

Douleur du pilier a M1 : ☐ Oui ☐ Non

Douleur du pilier a M3: ☐ Oui ☐ Non

Douleur du pilier a M6: ☐ Oui ☐ Non

Fonctionnel :

- **Force de préhension :**
 - M3 : _____ kg
 - M6 : _____ kg
- **Pinch test tripode :**
 - M3 : _____ kg
 - M6 : _____ kg
- **Discrimination 2 points :**
 - M1 : _____ mm
 - M3 : _____ mm
 - M6 : _____ mm

Scores Validés :

- **BCTQ M1 :** Symptômes _____ / 5 | Fonction _____ / 5
- **QuickDASH M1 :** _____ / 100
- **BCTQ M3 :** Symptômes _____ / 5 | Fonction _____ / 5
- **QuickDASH M3 :** _____ / 100
- **BCTQ M6 :** Symptômes _____ / 5 | Fonction _____ / 5
- **QuickDASH M6 :** _____ / 100

Satisfaction Patient *(Échelle 1-5)* :LINKERT

- M1 : ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5
- M3 : ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5
- M6 : ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5

Complications Tardives :

- ☐ Infection
- ☐ algodystrophie
- ☐ Lésion nerveuse
- ☐ Raideur
- ☐ Récidive à 6 mois

- ☐ trigger finger
- ☐ douleur pilier
- ☐ autre : details _____

Retours aux activités de base :: oui ou non

reprise sans aide de la toilette : oui non

habillage : oui non

repas : oui non

reprise tâches ménagères légères :

vaisselle : oui non

rangement léger : oui non

courses légères : oui non

VII.2 Questionnaires:

- Questionnaire de boston : (122)

استبيان بوسطن لمتلازمة النفق الرسغي

- ماهي شدة ألم اليد او الرسغ أثناء الليل؟
- لا أعاني من ألم اليد أو الرسغ خلال الليل (١)
 - ألم خفيف (٢)
 - ألم متوسط (٣)
 - ألم شديد (٤)
 - ألم شديد جدا (٥)

- ما هو معدل استيقاظك من النوم بسبب آلام اليد أو الرسغ خلال آخر أسبوعين (مرة/يوم)؟
- أبدا (١)
 - مرة واحدة (٢)
 - مرتين الى ثلاث مرات (٣)
 - أربع الى خمس مرات (٤)
 - أكثر من خمس مرات (٥)

- هل تعاني من ألم باليد أو الرسغ خلال النهار؟
- لا أعاني من ألم خلال النهار (١)
 - أعاني من ألم خفيف خلال النهار (٢)
 - أعاني من ألم متوسط خلال النهار (٣)
 - أعاني من ألم شديد خلال النهار (٤)
 - أعاني من ألم شديد جدا خلال النهار (٥)

- كم مرة تشعر بألم باليد أو الرسغ خلال النهار (مرة/يوم)؟
- أبدا (١)
 - مرة أو مرتين باليوم (٢)
 - ثلاث إلى خمس مرات باليوم (٣)
 - أكثر من خمس مرات باليوم (٤)
 - الألم مستمر (٥)

إذا شعرت بالألم خلال النهار ، تقريبا كم تستغرق مدة الألم (بالدقائق)؟

- لا أعاني من ألم خلال النهار (١)
- أقل من ١٠ دقائق (٢)
- من ١٠ الى ٦٠ دقيقة (٣)
- أكثر من ٦٠ دقيقة (٤)
- الألم مستمر خال النهار (٥)

- هل تعاني من خدر (فقد في الاحساس) بيدك؟
- لا يوجد (١)
 - أعاني من خدر خفيف (٢)
 - أعاني من خدر متوسط (٣)
 - أعاني من خدر شديد (٤)
 - أعاني من خدر شديد جدا (٥)

- هل تعاني من ضعف باليد أو بالرسغ؟
- لا يوجد ضعف (١)
 - ضعف خفيف (٢)
 - ضعف متوسط (٣)
 - ضعف شديد (٤)

استبيان بوسطن لمتلازمة النفق الرسغي

هل تعاني من احساس بالتنميل في يدك؟

- لا يوجد تنميل (١)
- تنميل خفيف (٢)
- تنميل متوسط (٣)
- تنميل شديد (٤)
- تنميل شديد جدا (٥)

ما هي شدة الخدر (فقد الاحساس) أو التنميل في الليل؟

- لا يوجد خدر أو تنميل (١)
- خفيف (٢)
- متوسط (٣)
- شديد (٤)
- شديد جدا (٥)

ما هو معدل استيقاظك من النوم ليلا بسبب خدر أو تنميل اليد خلال آخر أسبوعين؟

- أبدا (١)
- مرة واحدة (٢)
- مرتين الى ثلاث مرات (٣)
- أربع الى خمس مرات (٤)
- أكثر من خمس مرات (٥)

هل تعاني من صعوبة بالإمساك أو استعمال الأشياء الصغيرة كالقلم أو المفتاح؟

- لا يوجد صعوبة (١)
- صعوبة خفيفة (٢)
- صعوبة متوسطة (٣)
- صعوبة شديدة (٤)

مستوى الحالة الوظيفية

خلال أي يوم من الأسبوعين الماضيين ، هل سببت لك أعراض اليد أو الرسغ أي صعوبة في الأنشطة التالية؟ (يرجى وضع دائرة أمام الاختيار الأنسب)

الأنشطة	لا يوجد صعوبة	صعوبة خفيفة	صعوبة متوسطة	صعوبة شديدة	لا أستطيع ممارسة النشاط أبدا بسبب أعراض اليد أو الرسغ
الكتابة	1	2	3	4	5
تزيين الملابس	1	2	3	4	5
امساك الكتاب اثناء القراءة	1	2	3	4	5
امساك الهاتف	1	2	3	4	5
فتح العلب	1	2	3	4	5
الأشغال المنزلية	1	2	3	4	5
حمل أكياس التسوق	1	2	3	4	5
الاستحمام واللبس	1	2	3	4	5

- **Questionnaire quick dash: (294)**

إعاقات الذراع والكف واليد (مختصر)

الرجاء أن تقيم قدرتك على فعل النشاطات التالية خلال الأسبوع الماضي، و ذلك بوضع دائرة حول الرقم الذي يقع تحت الجواب المناسب.

غير قادر	يصعب شديداً	يصعب متوسطة	يصعب خفيفة	بلا صعوبة	
5	4	3	2	1	1. أن تفتح علبة جديدة أو مُحكمة الإغلاق.
5	4	3	2	1	2. أن تقوم بأعمال المنزل الثقيلة (مثل غسل الحيطان أو إزالة الأثاث أو سواها من الأشياء الثقيلة).
5	4	3	2	1	3. أن تحمل كيس التسوق أو حقيبة الوثائق.
5	4	3	2	1	4. أن تغسل ظهرك.
5	4	3	2	1	5. أن تستخدم سكيناً لتقطيع الطعام.
5	4	3	2	1	6. أن تقوم بنشاطات ترفيهية تبدل فيها بعض القوة أو الدفع عبر ذراعك أو كتفك أو يدك (مثل لعب التنس أو سواها من الألعاب الأخرى).

لا أبدأ على الإطلاق	بشكل طفيف	بشكل متوسط	بشكل كثيراً	بشكل بالغ للغاية	
1	2	3	4	5	7. خلال الأسبوع الماضي، هل أثرت المشكلة في ذراعك أو كتفك أو يدك بنشاطاتك الاجتماعية العادية مع عائلتك، أو أصدقائك، أو جيرانك، أو زملائك بالمهنة/النادي الاجتماعي؟ (ضع دائرة حول الرقم المناسب)

غير محدود على الإطلاق	محدود بشكل طفيف	محدود بشكل متوسط	محدود جداً	غير قادر	
1	2	3	4	5	8. خلال الأسبوع الماضي، هل أثرت المشكلة في ذراعك أو كتفك أو يدك بنشاط عملك أو أي نشاطات يومية اعتيادية أخرى؟ (ضع دائرة حول الرقم المناسب)

الرجاء تقدير شدة العوارض التالية التي أحسست بها خلال الأسبوع الماضي (ضع دائرة حول الرقم المناسب).

لا يوجد	قليلاً	بشكل متوسط	بشدة	بشدة بالغة للغاية	
1	2	3	4	5	9. وجع/آلم/عوار في الذراع، أو الكتف، أو اليد.
1	2	3	4	5	10. وخز (مثل وخز الدبابيس و الإبر) في ذراعك، أو كتفك، أو يدك.

لا صعوبة	صعوبة خفيفة	صعوبة متوسطة	صعوبة شديدة	صعوبة بالغة الشدة بحيث لا أقدر على النوم	
1	2	3	4	5	11. خلال الأسبوع الماضي، كم كانت صعوبة نومك بسبب الوجع/آلم/عوار في ذراعك، أو كتفك، أو يدك؟ (ضع دائرة حول الرقم المناسب)

إعاقات الذراع والكف واليد (مختصر): إجمالي درجات الإعاقات / الأعراض = [(مجموع عدد الإجابات) - 1] × 25 ، حيث (العدد) يساوي عدد الإجابات المكتملة.

لا يمكن حساب إجمالي الدرجات في مقياس إعاقات الذراع والكف واليد (مختصر) إذا تجاوز عدد البنود الناقصة بنداً واحداً.

VII.3 Echelle EVA/VAS:

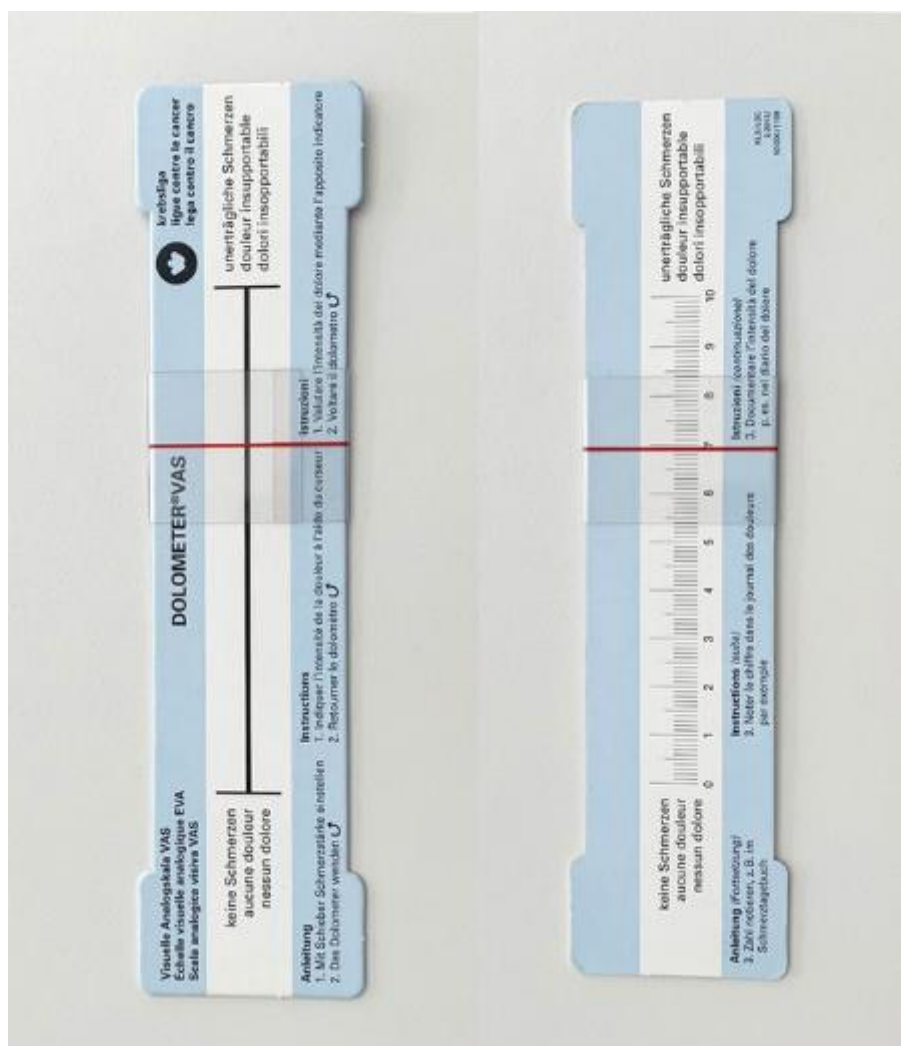


Figure 36 : Echelle visuelle analogique

VII.4 INSTRUMENTS DE MESURES :

Dynamometre de Jamar



Figure 37 : Dynamometre de Jamar iconographie personnelle

Jauge De Jamar



Figure 38 : Jauge de Jamar iconographie personnelle

Discriminateur a deux points



Figure 39 : Discriminateur a deux points

Iconographie personnelle

VIII. RESUME

Titre. Evaluation du traitement chirurgical mini invasif du syndrome du canal carpien : Endoscopie versus mini open knife light.

Introduction. Les techniques endoscopique (ECTR) et mini-open sont des options validées pour le SCC. Dans un contexte de ressources contraintes, l'évaluation doit intégrer l'efficacité clinique, la sécurité et l'efficience opératoire.

Objectifs. Évaluer la performance des deux techniques (efficacité, sécurité, efficience). Décrire le profil épidémiologique de la cohorte et proposer des recommandations pratiques pour le choix thérapeutique.

Méthodes. Étude prospective comparative, non randomisée, monocentrique (CHU Annaba, Algérie), décembre 2022–décembre 2023. Soixante-douze patients opérés (36 endoscopie, 36 mini-open) par un opérateur unique. Évaluations pré-op puis J1, M1, M3, M6. Co-critères principaux : douleur (EVA 0–10) et délai de reprise des activités de base (jours). Secondaires : symptômes nocturnes, BCTQ-SSS/FSS, QuickDASH, force de poigne/pince, gêne cicatricielle et douleur du pilier, incidents per-opératoires/conversions, temps opératoire et longueur d'incision. Analyses non paramétriques et estimations d'effet (IC95 %).

Résultats. Incision plus courte en endoscopie (≈ 10 mm) qu'en mini-open (≈ 10 –15 mm). L'efficience de bloc favorisait la mini-open : temps opératoire 15,4 vs 11,4 min et temps de libération 7,06 vs 4,00 min ($p < 0,001$). Contraintes per-opératoires plus fréquentes en endoscopie (conversions 8,3 % vs 0 %), sans événement grave. La douleur postopératoire était inférieure après endoscopie à D1/M1/M3/M6 (écart max $\sim 0,9$ –1,0 point ; p significatifs). À M1, symptômes nocturnes nettement en faveur de l'endoscopie (paresthésies 11,1 % vs 47,2 % ; réveils 8,3 % vs 55,6 % ; $p < 0,001$; NNT ≈ 2 –3). Reprise des activités plus rapide en endoscopie : 22,8 vs 27,6 jours ($p < 0,001$). Force de poigne supérieure à M3 et M6 ($\sim +2,1$ à $+2,3$ kg ; $p = 0,028$ et $0,014$) ; pas de différence pour la pince. Complications à 6 mois comparables (22,2 % vs 25,0 % ; RR 0,89 ; IC95 % 0,39–2,04 ; $p = 0,80$).

Conclusion. Les deux techniques sont sûres et efficaces. L'endoscopie procure des bénéfices cliniques précoces (douleur, sommeil, reprise, poigne) au prix d'un temps opératoire plus long, tandis que la mini-open optimise l'efficience de salle. Le choix peut être individualisé selon les priorités du patient et les contraintes organisationnelles.

Mots-clés. Syndrome du canal carpien ; Endoscopie ; Mini-open ; KnifeLight ; CTS Relief Kit ; Douleur ; Reprise des activités ; Efficience.

IX. ABSTRACT

Title. *Evaluation du traitement chirurgical mini invasif du syndrome du canal carpien: Endoscopie versus mini open knife light.* (original French title retained per cover page)

Background. Endoscopic carpal tunnel release (ECTR) and mini-open techniques are widely used. Early differences in pain relief, return to activity, and operative efficiency remain clinically relevant in resource-constrained settings.

Objective. To compare clinical effectiveness, safety, and efficiency of ECTR (ConMed CTS Relief Kit) versus mini-open using *KnifeLight* (Stryker).

Methods. Prospective, non-randomized, single-center study (Annaba University Hospital, Algeria), December 2022–December 2023. Systematic allocation after an initial draw; 72 patients (36/36) operated by a single trained surgeon. Assessments pre-op and at D1, M1, M3, M6. Co-primary endpoints: pain (VAS 0–10) and time to resume basic activities (days). Secondary endpoints: nocturnal symptoms, BCTQ-SSS/FSS, QuickDASH, grip/pinch strength, scar/pillar pain, intraoperative incidents, operative time, incision length. Appropriate comparative statistics with effect estimates and 95% CIs.

Results. Shorter incisions with ECTR (~10 mm) than mini-open (~10–15 mm). Operative efficiency favored mini-open: total time 15.4 vs 11.4 min ($\Delta + 4.1$; $p < 0.001$); release time 7.06 vs 4.00 min ($\Delta + 3.1$; $p < 0.001$). More intraoperative constraints with ECTR (8.3% conversions vs 0%), without serious events. Post-op pain lower after ECTR at D1, M1, M3, M6 (max diff ~0.9–1.0; significant). At M1, nocturnal symptoms markedly favored ECTR: paresthesia 11.1% vs 47.2% and awakenings 8.3% vs 55.6% ($p < 0.001$; NNT ~2–3). Faster return to activities: 22.8 vs 27.6 days ($\Delta - 4.8$; $p < 0.001$). Higher grip strength at M3 and M6 (~+2.1 to +2.3 kg; $p = 0.028, 0.014$); no difference for pinch. Six-month complications comparable: 22.2% vs 25.0% (RR 0.89; 95% CI 0.39–2.04; $p = 0.80$).

Conclusions. Both techniques are safe and effective. ECTR confers meaningful early benefits (pain, sleep, activity resumption, grip) at the cost of longer operative time and more procedural constraints without serious harm; differences attenuate by 6 months. Choice should be individualized to patient priorities and organizational constraints

ملخص

العنوان: تقييم العلاج الجراحي لطيف التوغل لمتلازمة النفق الرسغي: التنظير الداخلي مقابل الجراحة الضوئية باستخدام سكين مفتوح صغير. المقدمة: تُعدّ تقنيات التنظير الداخلي (ECTR) والجراحة الضوئية باستخدام سكين مفتوح صغير خيارين مُثبتين لعلاج متلازمة النفق الرسغي. في ظل محدودية الموارد، يجب أن يشمل التقييم الفعالية السريرية والسلامة والكفاءة الجراحية

الأهداف: تقييم أداء التقنيتين (الفعالية، السلامة، الكفاءة). وصف الخصائص الوبائية للمجموعة المدروسة واقتراح توصيات عملية لاختيار العلاج الأمثل.

المنهجية: دراسة مستقبلية مقارنة غير عشوائية أحادية المركز (مستشفى جامعة عنابة، الجزائر)، ديسمبر 2022 - ديسمبر 2023. خضع اثنان وسبعون مريضًا لعملية جراحية (36 بالتنظير الداخلي، 36 بالجراحة الضوئية باستخدام سكين مفتوح صغير) على يد جراح واحد. أُجريت تقييمات قبل الجراحة، تلتها تقييمات في الأيام 1 و 3 و 6 بعد الجراحة. كانت نقاط النهاية الأولية المشتركة هي الألم (مقياس الألم البصري التناظري من 0 إلى 10) والوقت اللازم للعودة إلى الأنشطة الأساسية (بالأيام). العوامل الثانوية: الأعراض الليلية، ومقياس شدة أعراض سرطان المثانة/مقياس شدة أعراض القدم، ومقياس QuickDASH، وقوة القبضة، وعدم الراحة في الندبة، وألم قاعدة العضلة العاصرة، والحوادث/التحويلات أثناء الجراحة، ووقت الجراحة، وطول الشق. تم إجراء تحليلات غير بارامترية وتقييمات التأثير (95% CI).

النتائج: كان الشق أقصر مع التنظير الداخلي (≈ 10 مم) مقارنةً بالجراحة المفتوحة المصغرة ($\approx 10-15$ مم). كانت كفاءة التخدير الموضعي أفضل للجراحة المفتوحة المصغرة: وقت الجراحة 15.4 دقيقة مقابل 11.4 دقيقة، ووقت إزالة التخدير 7.06 دقيقة مقابل 4.00 دقائق. ($p < 0.001$) كانت القيود أثناء الجراحة أكثر شيوعًا مع التنظير الداخلي (8.3% تحويلات مقابل 0%)، دون أي أحداث خطيرة. كان الألم بعد العملية الجراحية أقل بعد التنظير في اليوم الأول والشهر الأول والثالث والسادس) أقصى فرق يتراوح بين 0.9 و 1.0 نقطة تقريبًا؛ قيمة p دالة إحصائيًا. (في الشهر الأول، فضّلت الأعراض الليلية التنظير بشكل واضح) (التتميل 11.1% مقابل 47.2%؛ الاستيقاظ 8.3% مقابل 55.6%؛ قيمة $p < 0.001$ ؛ عدد المرضى اللازم علاجهم $\approx 2-3$). (كان العودة إلى الأنشطة أسرع مع التنظير: 22.8 يومًا مقابل 27.6 يومًا قيمة $p < 0.001$). كانت قوة القبضة أكبر في الشهرين الثالث والسادس) من +2.1 إلى +2.3 كجم تقريبًا؛ قيمة $p = 0.028$ و $p = 0.014$ على التوالي؛ ولم يُلاحظ أي فرق عند استخدام الملقط. كانت المضاعفات بعد ستة أشهر متقاربة (22.2% مقابل 25.0%؛ نسبة المخاطر 0.89؛ فاصل الثقة 95% 0.39–2.04؛ قيمة $p = 0.80$).

الخلاصة: كلتا التقنيتين آمنتان وفعالتان. يوفر التنظير فوائد سريرية مبكرة (تخفيف الألم، تحسين النوم، التعافي، قوة القبضة) على حساب زيادة وقت العملية، بينما تُحسنُ تقنية الجراحة المفتوحة المصغرة كفاءة غرفة العمليات. يمكن اختيار التقنية الأنسب وفقًا لأولويات المريض والقيود التنظيمية

الكلمات المفتاحية: متلازمة النفق الرسغي؛ التنظير؛ الجراحة المفتوحة المصغرة؛ تقنية KnifeLight؛ مجموعة تخفيف آلام متلازمة النفق الرسغي؛ الألم؛ العودة إلى النشاط؛ الكفاءة.