HAL open science

Rééducation des tendons des fléchisseurs des doigts : comparaison des protocoles passifs et des protocoles actifs

Camille Leclerc

To cite this version:

Camille Leclerc. Rééducation des tendons des fléchisseurs des doigts : comparaison des protocoles passifs et des protocoles actifs. Sciences du Vivant [q-bio]. 2016. dumas-01436219

HAL Id: dumas-01436219

https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-01436219v1

Submitted on 16 Jan 2017

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Distributed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial - NoDerivatives 4.0 International License

Institut de Formation de Masso-Kinésithérapie Brest
Faculté de Médecine
22 avenue Camille Desmoulins 29238 Brest CEDEX 3

RÉÉDUCATION DES TENDONS DES FLÉCHISSEURS DES DOIGTS : COMPARAISON DES PROTOCOLES PASSIFS ET DES PROTOCOLES ACTIFS

Travail écrit de troisième année de formation en masso-kinésithérapie
En vue de l'obtention du Diplôme d'Etat
LECLERC Camille
Année 2015 - 2016

REMERCIEMENTS

Je tiens à remercier Madame G. pour son engagement et sa motivation.

J'adresse mes remerciements aux cadres formateurs de mon école et en particulier à Mathilde pour m'avoir suivi tout au long de la rédaction de ce mémoire et pour ses bons conseils.

Je remercie aussi ma famille et mes amis pour leur précieuse relecture.

Table des matières

INTRODUCTION 1
PARTIE 1 : CONTEXTE 2
I. Anatomie et physiologie des tendons fléchisseurs des doigts 2
I.1. Anatomie 2
I.1.1. Anatomie topographique 2
I.1.2. Les gaines synoviales 3
I.1.3. Les poulies 3
I.2. Biomécanique 4
I.2.1. Les courses tendineuses 4
I.2.2. Mouvement synergétique du poignet 4
I.3. Nutrition 5
I.3.1. Vascularisation 5
I.3.2. Pompe synoviale 6
I.4. Cicatrisation 6
I.4.1. La cicatrisation extrinsèque 6
I.4.2. La cicatrisation intrinsèque 6
I.4.3. Modifications biochimiques 6
II. Chirurgie des tendons 7
II.1. Cahier des charges 7
II.2. Sutures tendineuses 7
II.2.1. Récupération des extrémités tendineuses 7
II.2.2. Sutures des extrémités tendineuses 7
II.2.3. Surjet épitendineux 8
II.2.4. Résistance 8
II.3. Réparation de la gaine synoviale 8
II.4. Réparation des poulies 8
II.5. Réparation du fléchisseur superficiel des doigts 8
III. Protocoles de rééducation 9
III.1. L'immobilisation 9
III.2. La mobilisation passive – type Duran 9
III.3. La mobilisation semi-active – type Kleinert 9
III.4. La technique du « placé-tenu » – type Strickland 10
III.5. La mobilisation active précoce 10

IV. Complications 10
IV.1. Les ruptures 11
IV.2. Les adhérences 11
IV.3. Les flessums 11
V. Evaluations 11
PARTIE 2 : ETUDE D'UN CAS CLINIQUE 12
I. Bilan d'entrée 12
I.1. Anamnèse 12
I.2. Bilan de la douleur 12
I.3. Bilan cutané-trophique et vasculaire 12
I.4. Bilan morphostatique 12
I.5. Bilan articulaire 13
I.6. Bilan fonctionnel 13
II. Bilan diagnostique kinésithérapique 13
III. Objectifs 13
IV. Principes 13
V. Prise en charge kinésithérapique 14
V.1. Le protocole 14
V.2. Travail de la cicatrice et drainage de l'œdème 14
V.3. Mobilisation passive 14
V.4. Mobilisation active 14
V.5. Travail de la sensibilité 14
V.6. Auto-rééducation 15
VI. Bilan de sortie 15
VI.1. Bilan de la douleur 15
VI.2. Bilan cutané-trophique et vasculaire 15
VI.3. Bilan morphostatique 15
VI.4. Bilan articulaire 15
VI.5. Bilan fonctionnel 15
VII. Conclusion 15
PARTIE 3 : REVUE DE LITTERATURE 16
I. Méthodologie 16
II. Description 16
II.1. Article 1 : Systematic Review of Flexor Tendon Rehabilitation Protocols in zone II of the Hand 16

II.1.1. Méthodologie 17
II.1.2. Résultats 17
II.1.3. Limites 17
II.2. Article 2 : Flexor Tendon Repair Rehabilitation Protocols : A Systematic Review 18
II.2.1. Méthodologie 18
II.2.2. Résultats 18
II.2.3. Limites 19
II.3. Article 3 : Zone-II flexor tendon repair : a randomized prospective trial of active place-and-hold therapy compared with passive motion therapy 19
II.3.1. Méthode 19
II.3.2. Résultats 20
II.3.3. Limites 20
PARTIE 4 : DISCUSSION 21
I. Influence des protocoles sur amplitude articulaire finale 21
I.1. Excursion tendineuse 21
I.2. Adhérence 23
I.3. Flessum 24
I.4. Amplitude articulaire finale 24
II. Influence des protocoles sur la force générée 25
II.1. Formation d'un diastasis 25
II.1.1. Le concept de « safe zone » 25
II.1.2. Influence de la position articulaire sur la force 26
II.1.3. Longueur du diastasis 26
II.2. Force de rupture 27
II.3. Facteurs augmentant le risque de rupture 27
II.4. Restauration de la force de préhension 28
III. Confrontation des protocoles passifs et actifs 28
CONCLUSION 29
BIBLIOGRAPHIE 31
ICONOGRAPHIE 37
LES ANNEXES 38

INTRODUCTION

Les lésions des tendons des fléchisseurs des doigts sont des blessures fréquentes qui nécessitent une prise en charge chirurgicale en urgence. La rééducation kinésithérapeutique a tout sa place dans la prise en charge post-opératoire afin de redonner toutes ses capacités fonctionnelles au patient. Une main qui ne récupère pas entraîne un handicap important pour le patient tant dans ses activités quotidiennes que dans sa vie professionnelle et ses loisirs. Les répercussions socio-économiques exigent que la prise en charge des lésions des tendons fléchisseurs soit de parfaite qualité.

La chirurgie réparatrice des tendons fléchisseurs a beaucoup progressé depuis le début du siècle dernier. Cette évolution s'est faite au rythme de nombreux travaux expérimentaux et cliniques sur la cicatrisation des tendons et les techniques chirurgicales. En parallèle se sont développés différents protocoles de rééducation. L'immobilisation a longtemps été la seule option envisagée pour permettre au tendon de cicatriser en sécurité. Depuis, la mobilisation précoce a démontré sa supériorité car elle stimule le processus de cicatrisation et donne de meilleurs résultats fonctionnels. Cependant, il n'est pas clairement établi lequel des nombreux protocoles utilisés donne les meilleurs résultats fonctionnels. Les protocoles de mobilisation passive sont plus protecteurs vis-à-vis de la suture et les protocoles actifs tendent à réduire la durée de la prise en charge tout en améliorant les paramètres fonctionnels. Dans le courant passif, il existe deux principaux protocoles, le protocole de Duran et le protocole de Kleinert. Dans le courant actif, il existe deux principaux protocoles. Le premier, développé par Strickland, est connu sous le nom de « placé-tenu » ; le deuxième est la mobilisation active précoce.

Lors d'un stage, j'ai eu l'occasion de prendre en charge une patiente à la suite de la réparation de ses tendons fléchisseurs des doigts. Novice dans ce domaine, j'ai effectué des recherches à propos du protocole à suivre. Mes recherches m'ont permis de découvrir les nombreux protocoles. Je me suis alors demandé lequel était le plus performant et si des conditions particulières devaient être réunies pour son application. La littérature concernant la rééducation des tendons des fléchisseurs des doigts et très riche. Des recherches plus approfondies étaient nécessaires afin de satisfaire ma curiosité. Ce mémoire recense les conclusions que j'ai pu tirer mon enquête. Il a pour but de confronter les protocoles passifs avec les protocoles actifs afin de déterminer lequel permet une restauration optimale de la fonction de préhension.

Afin de répondre à cette problématique, j'expose dans une première partie les prérequis à connaître pour comprendre les résultats de la rééducation. La seconde partie permet d'illustrer une prise en charge des tendons des fléchisseurs ; celle que j'ai réalisé lors de mon stage. Cette description me permet par la suite de prendre du recul sur ma pratique grâce aux connaissances que j'ai acquise lors de la réalisation de ce mémoire. La troisième partie de ce mémoire est une revue de littérature. J'ai sélectionné trois études qui apportent des réponses pertinentes à ma problématique. Dans la quatrième et dernière partie, une discussion a pour but de mettre en lien les premières parties et permet de répondre à ma problématique. Après la lecture de ce mémoire, le lecteur aura les connaissances nécessaires pour faire un choix éclairé quant au protocole de rééducation à suivre.

PARTIE 1 : CONTEXTE

I. Anatomie et physiologie des tendons fléchisseurs des doigts

I.1. Anatomie

Les muscles fléchisseurs superficiels et profonds des doigts font partie des muscles extrinsèques de la main de par leur insertion sur l'avant-bras. Le détail de leur anatomie est donné en **annexe I**. Le fléchisseur superficiel se termine par deux bandelettes à la face palmaire de la diaphyse de la deuxième phalange, il a pour action spécifique la flexion de l'articulation interphalangienne proximale. Le fléchisseur profond se termine à la base de la troisième phalange, sa contraction permet la flexion des articulations interphalangiennes

Les tendons sont organisés en faisceaux recouverts d'un endotendon. Les différents faisceaux sont regroupés au sein de l'épitendon. Entre les faisceaux, chemine le paratendon, un tissu conjonctif.

I.1.1. Anatomie topographique

Selon la classification de la Fédération internationale des sociétés de chirurgie de la main (IFSSH), les doigts longs sont divisés en cinq zones et le pouce en trois *(figure 1)*. Cette classification dérive de celle de Verdan et Michon (1).

La zone 1 débute en distal de la terminaison du fléchisseur superficiel des doigts ; elle ne contient qu'un seul tendon, celui du fléchisseur profond.

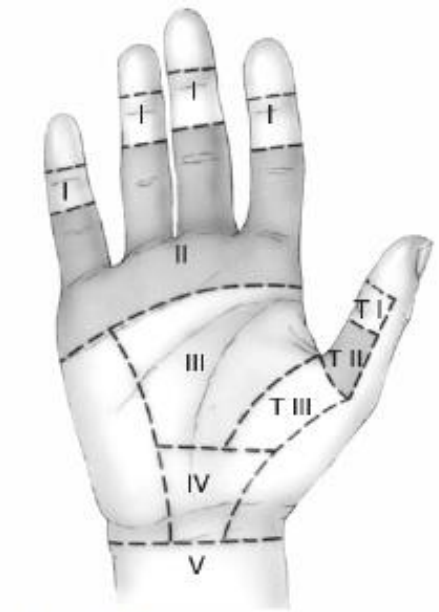


Figure 1 : les zones topographiques

La zone 2 correspond au « no man's land » décrit par Bunnel. Elle débute au pli palmaire distal, là où les deux tendons entrent dans la gaine synoviale. Elle se termine au niveau de l'insertion distale des bandelettes du fléchisseur superficiel. Dans cette zone, les deux tendons sont étroitement intriqués dans le canal digital. C'est un tunnel ostéo-fibreux inextensible, formé en arrière par les phalanges et les plaques palmaires des articulations métacarpo-phalangiennes (MCP) et interphalangiennes proximales (IPP). Les poulies annulaires A1, A2 et A3 avec les poulies cruciformes C1 et C2 ferment le tunnel en avant.

La zone 3 correspond à la paume de la main, entre le bord inférieur du ligament annulaire du carpe et le pli palmaire distal. A ce niveau les tendons sont entourés d'un paratendon, sauf au niveau du cinquième doigt où les tendons cheminent dans une gaine synoviale. Cette zone est plus lâche et propice à une meilleure récupération.

La zone 4 correspond au canal carpien, fermé en avant par le ligament annulaire du carpe qui forme une poulie de réflexion pour les tendons. Le canal carpien contient les huit tendons des fléchisseurs des doigts, le long fléchisseur du pouce et le nerf médian. Le nerf médian est l'élément le plus vulnérable, par sa position très antérieure, accolé au ligament annulaire. La section du nerf a un mauvais pronostic fonctionnel.

La zone 5 va de la jonction myo-tendineuse dans l'avant-bras jusqu'à l'entrée dans le canal carpien. On retrouve d'avant en arrière, les tendons des fléchisseurs superficiels des troisième et

quatrième doigts, puis ceux des deuxième et cinquième doigts et enfin les tendons des fléchisseurs profonds et du long fléchisseur du pouce.

I.1.2. Les gaines synoviales

Elles ont un double rôle de glissement tendineux et de nutrition par le liquide synovial. On retrouve plusieurs bourses tendineuses dans la main *(figure 2)* :

Figure 2 : les gaines synoviales

- La bourse synoviale radiale comporte le tendon du long fléchisseur du pouce depuis l'entrée dans le canal carpien jusqu'à l'articulation interphalangienne.
- La bourse synoviale ulnaire, plus large, englobe les tendons des fléchisseurs des doigts dans le canal carpien et se rétrécit ensuite pour ne concerner que les tendons du cinquième doigt.
- Les gaines synoviales digitales qui sont propres au deuxième, troisième et quatrième doigt.

Les gaines synoviales sont composées d'un feuillet pariétal qui tapisse le canal digital et d'un feuillet viscéral en contact avec les tendons. Elles sont étanches, fermées par les culs-de-sac des feuillets.

I.1.3. Les poulies

Les poulies sont essentielles à la fonction de l'appareil fléchisseur. Elles maintiennent les tendons contre le squelette, au plus proche de l'axe de rotation des articulations. Elles évitent ainsi le phénomène de corde d'arc lors de la flexion. Elles déterminent le bras de levier entre le point d'application de la force et l'axe de rotation. Ainsi une moindre course tendineuse est nécessaire mais au prix d'une diminution de la force générée au bout des doigts (2)

Les poulies sont décrites pour la première fois par Doyle et Blythe (3). Hunter (4) et Manske (5) complètent cette description avec respectivement la poulie A5 et l'aponévrose palmaire notée A0 par analogie au reste de la classification.

Il y a cinq poulies annulaires, trois poulies cruciformes et la poulie de l'aponévrose palmaire *(figure 3)*.

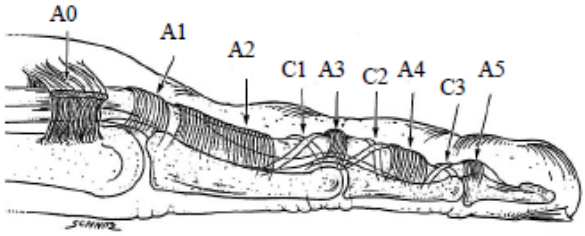


Figure 3 : les poulies de l'appareil fléchisseur des doigts longs

- Le ligament annulaire antérieur du carpe constitue la première poulie de réflexion
- La poulie de l'aponévrose palmaire A0 s'ancre de chaque côté de l'extrémité proximale de la gaine synoviale par des fibres sagittales qui la relient au ligament transverse inter-métacarpien. En position de repos, en comparaison avec les autres poulies, elle est à distance des tendons. C'est lors du grasping que son rôle devient plus important, par la mise en tension de ses fibres transversales par le court palmaire (6,7).

- Les poulies cruciformes C1, C2 et C3 sont respectivement situées entre A2-A3, A3-A4 et A4-A5. Elles sont plus lâches que les poulies annulaires.
- Les poulies annulaires A1, A3 et A5 sont fixées respectivement sur l'articulation métacarpo-phalangienne et les plaques palmaires des articulations interphalangiennes proximales et distales.
- La poulie A2 fait 17 mm de long (8), elle est fixée à la diaphyse de la première phalange. La poulie A4 est fixée à la diaphyse de la deuxième phalange.

  Les poulies A2 et A4 sont les plus importantes et sont essentielles à l'excursion tendineuse (2). La section isolée de A2 diminue l'enroulement digital de 10% (9).

I.2. Biomécanique

I.2.1. Les courses tendineuses

Les poulies dictent la biomécanique des tendons fléchisseurs. Plus le tendon est loin de l'axe de rotation de l'articulation, plus le bras de levier est grand. Pour une contraction musculaire donnée, l'amplitude articulaire sera moindre. Réciproquement un petit bras de levier donnera pour la même course tendineuse une plus grande amplitude de mouvement (10).

La chirurgie réparatrice des tendons fléchisseurs des doigts veillera à préserver autant que possible ces poulies.

I.2.2. Mouvement synergétique du poignet

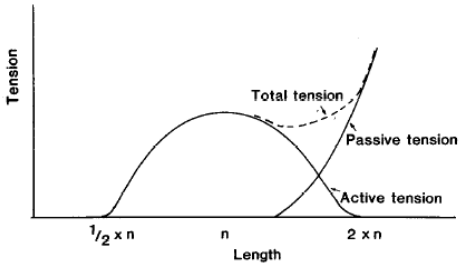


Figure 4 The relation of active and passive muscle tension to muscle length (adapted from Keele and Guyton).

Il y a deux composantes à la tension musculaire : la tension active et la tension passive *(figure 4)*. La somme des deux donne la tension globale du muscle. Lorsque le muscle est contracté jusqu'à la moitié de sa longueur de repos ou étiré jusqu'à deux fois sa longueur de repos, il ne peut plus générer de tension active. La tension passive est minimale lorsque le muscle est en course interne mais augmente au fur et à mesure de l'étirement.

Quand il n'y a pas de tension active, les doigts peuvent être considérés au repos et leur position résulte de l'équilibre entre la tension passive des muscles fléchisseurs et celle des muscles extenseurs. Ainsi lorsque le poignet et les doigts sont en flexion maximale, la tension passive des muscles extenseurs est forte. Cela correspond à une tension active minimale des fléchisseurs de même intensité, afin de maintenir l'équilibre. Cependant lorsque le poignet est en extension maximale et les doigts en flexion maximale, la tension passive des extenseurs est moins importante et donc la tension active minimale des fléchisseurs également.

R. Savage (11) part de ce constat pour déterminer les positions du poignet et des articulations métacarpo-phalangiennes (MCP) dans lesquelles la force nécessaire à la flexion des doigts est moindre. Les résultats de son étude indiquent que la position avec le poignet à 45° d'extension et les MCP à 90° de flexion nécessite le moins de force des fléchisseurs des doigts pour fléchir les articulations interphalangiennes.

I.3. Nutrition

I.3.1. Vascularisation

I.3.1.1. En dehors du canal digital

Au niveau de la jonction myo-tendineuse, le tendon est vascularisé par des vaisseaux d'origine musculaire (12).

Sur l'ensemble du trajet, depuis la jonction myo-tendineuse jusqu'au canal digital, le tendon est entouré du paratendon. C'est un tissu conjonctif lâche richement vascularisé. Du paratendon naissent les mésotendons, des lames porte-vaisseaux qui pénètrent l'épitendon. Les vaisseaux acheminés dans l'endotendon vont se distribuer entre les fibres tendineuses (13).

Au niveau de son extrémité distale, le tendon reçoit quelques vaisseaux par son insertion osseuse (14).

A ses extrémités, le tendon est vascularisé par des vaisseaux provenant de la jonction myo-tendineuse et de l'enthèse. Sur l'ensemble du trajet des tendons, des vaisseaux sont acheminés par une lame porte vaisseaux, le mésotendon.

I.3.1.2. Dans le canal digital

Au niveau des gaines synoviales, il existe deux systèmes vasculaires. Le système proximal est constitué de la continuité des vaisseaux intra-tendineux de la paume de la main. Le système distal est formé par les vincula *(figure 5)*. Un vinculum court et un vinculum long apportent les vaisseaux au tendon du fléchisseur superficiel des doigts (FSD). Il en est de même pour le tendon du fléchisseur profond (FPD). L'apport artériel provient des artères collatérales des doigts via les artères diaphysaires transverses rétro-tendineuses.

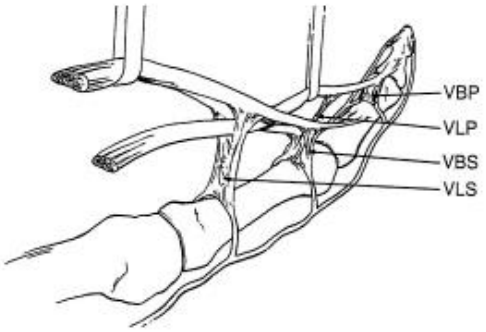


Figure 5 : les vincula

La vascularisation au sein de la gaine est inégalement répartie. D'une part l'apport est dorsal, là où il n'y a pas de frictions. La face antérieure des tendons quant à elle est moins bien vascularisée, notamment au niveau de la décussation du tendon superficiel en deux bandelettes (8). D'autre part, d'après M.I. Boyer (16) le tendon du FSD présente une zone avasculaire en regard de la poulie A2 et le tendon du FPD présente deux zones avasculaires, la première au niveau de la poulie A2 et la deuxième au niveau de la poulie A4. Ceci est dû à la friction exercée par les poulies sur le tendon, le stress mécanique est tel que les vaisseaux ne peuvent survivre.

Il est à noter qu'en amont du chiasma de Camper, le vinculum court du FSD se connecte au vinculum long du FPD (17). L'excision chirurgicale du fléchisseur superficiel compromet donc la vascularisation du fléchisseur profond et ses possibilités de cicatrisation (18).

I.3.2. Pompe synoviale

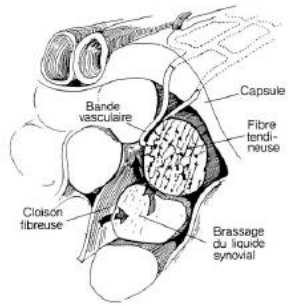


Figure 6 : pompe synoviale décrite par Weber

Le liquide synovial permet la nutrition tendineuse par des phénomènes de diffusion et de perfusion. Il est produit par la gaine synoviale. Par des jeux de pressions, le liquide synovial est pompé dans les canaux intra-tendineux *(figure 6).* Comme l'a montré E.R. Weber (19) dans son étude sur les tendons de poulet, ce phénomène est accentué par la mobilisation du tendon. Les auteurs préconisent donc la réparation de la gaine, lorsqu'elle est possible, afin d'optimiser les capacités cicatricielles du tendon.

I.4. <u>Cicatrisation</u>

Le processus de cicatrisation a pour objectif de redonner des propriétés biologiques et fonctionnelles subnormales. Il se divise en trois phases. La première phase est une phase inflammatoire qui dure trois à quatre jours. Ensuite la phase de prolifération cellulaire permet la multiplication des fibroblastes et la synthèse de collagène. A partir de la sixième semaine, la phase de remodelage permet d'orienter les faisceaux de collagène dans l'axe mécanique du tendon.

I.4.1. La cicatrisation extrinsèque

C'est l'invasion fibroblastique du tendon par les tissus environnants. Cette prolifération est d'autant plus importante que les tissus sont lésés par le traumatisme ou par l'acte chirurgical. Ce mode de cicatrisation génère des adhérences bloquant le glissement tendineux dans le canal digital. C'est une complication importante de la réparation des tendons fléchisseurs conduisant au besoin à une ténolyse secondaire.

I.4.2. La cicatrisation intrinsèque

G. Lundborg (20) a démontré que les tendons fléchisseurs ont la capacité de se réparer lorsqu'ils ont un apport nutritionnel suffisant. Dans son expérience il isole un tendon fléchisseur de lapin dans la cavité synoviale du genou. Les fibroblastes tendineux prolifèrent et migrent vers la lésion où ils produisent du collagène. La cicatrisation se fait alors sans adhérences.

Les deux modes de cicatrisation coexistent dans des proportions variables. Afin de favoriser la cicatrisation intrinsèque, la réparation chirurgicale doit se faire de manière atraumatique. La réparation de la gaine synoviale permet une meilleure imbibition synoviale qui est augmentée par l'activation de la pompe via la mobilisation postopératoire. De plus, un surjet épitendineux rétablit la continuité de la surface tendineuse et limite l'invasion fibroblastique des tissus environnants.

I.4.3. Modifications biochimiques

De nombreuses études sont en cours pour mettre en évidence des facteurs permettant d'améliorer la cicatrisation. L'application d'une substance « barrière » sur le tendon permettrait de réduire les adhérences et l'apport de facteurs de croissance augmenterait la cicatrisation intrinsèque (21). Ces études sur le modèle animal n'ont pas donné de résultats cliniques significatifs mais ouvrent une porte vers l'amélioration de la cicatrisation.

II. Chirurgie des tendons

II.1. Cahier des charges

Les données anatomiques et physiologiques vues précédemment permettent de fixer les modalités à respecter lors de la chirurgie réparatrice.

- La manipulation tendineuse doit être atraumatique pour favoriser la cicatrisation intrinsèque.
- La suture tendineuse doit être résistante et ne pas entraver le glissement tendineux.
- La confection d'un surjet épitendineux en rétablissant la continuité de surface du tendon limite la colonisation fibroblastique extrinsèque. Il renforce la résistance de la suture.
- La vascularisation doit être rétablie au mieux en réparant les artères collatérales et en préservant les vincula.
- La réparation de la gaine synoviale augmente les capacités cicatricielles.
- La préservation des poulies assure le fonctionnement optimal du système fléchisseur.

II.2. Sutures tendineuses

II.2.1. Récupération des extrémités tendineuses

Lors de l'interrogatoire, il est important de se renseigner sur la position du doigt lors du traumatisme. Cela permet de situer les extrémités tendineuses par rapport à la plaie cutanée.

Lors de la chirurgie, l'extrémité distale du tendon se repère grâce à la flexion du doigt.

L'extrémité proximale du tendon peut avoir subi un « coup de fouet » et s'être rétractée dans la paume de la main. Afin de situer son emplacement, le chirurgien insère une tige de silicone dans la gaine jusqu'à buter contre l'extrémité proximale du tendon. La réalisation d'une incision cutanée au niveau de l'extrémité proximale permet de relier le tendon à la tige de silicone afin de le rapprocher de l'extrémité distale.

II.2.2. Sutures des extrémités tendineuses

De nombreux procédés de suture ont été mis en place **(annexe II)**. Les chirurgiens utilisent des fils de diamètre 4/0 ou 3/0 afin d'assurer la solidité. Pour la partie distale du FSD, les fils sont de plus petits diamètres 6/0 ou 5/0.

J.W. Strickland (22) liste les caractéristiques d'une réparation idéale. La suture doit être placée au sein du tendon avec des nœuds sécurisés. Le diastasis entre les deux extrémités tendineuses doit être minimal, avec une suture suffisamment solide pour permettre la mobilisation précoce. P.C. Amadio précise que la suture doit être lisse pour ne pas augmenter la résistance au glissement tendineux (23).

Les sutures à quatre, six ou huit brins se sont développées dans les dernières décennies. La première technique à multibrins a été introduite par R. Savage (24) qui a prouvé que l'utilisation d'une suture à six brins augmente la résistance au diastasis et supporte la mobilisation précoce. La solidité d'une suture est proportionnelle aux nombres de brins qui croisent la lésion (25).

L'utilisation de fils résorbables permet de diminuer la réaction inflammatoire. M. Merle (26) conseille l'emploi du fil résorbable PDS pour « son importante résistance mécanique » et sa « résorption lente en plusieurs mois sans subsistance de granulome inflammatoire. »

II.2.3. Surjet épitendineux

Selon les études, la présence d'un surjet épitendineux augmente de 10 à 50% la solidité de la suture et réduit significativement le risque de diastasis (10). De plus, il a un effet compressif, il diminue le volume de la suture ce qui favorise le glissement tendineux. La réalisation du surjet s'est perfectionnée avec de nombreuses méthodes possibles **(annexe III)**.

II.2.4. Résistance

Nous avons vu que la résistance de la réparation est augmentée par l'emploi de sutures multibrins et par la réalisation d'un surjet épitendineux. Cependant certains auteurs critiquent la complexité de leur réalisation. Le temps opératoire est augmenté ainsi que la manipulation tendineuse, facteur d'œdème et d'adhérences (10). De plus l'ajout de matériel augmente le volume du tendon et peut gêner le glissement (27).

Les conséquences de la chirurgie sont évaluées par la notion de « work of flexion » (WOF). Le WOF correspond à la résistance au glissement du tendon lors de sa course. Voici quelques-uns des facteurs influençant le WOF :

- Le traumatisme des tissus avoisinants, de la gaine et des poulies.
- Le type de suture, le volume final du tendon (28) et un aspect rugueux (23).
- L'étroitesse du canal digital qui augmente la friction (29).
- L'œdème et l'inflammation durant les trois premiers jours augmentent le WOF. Il est conseillé de reporter la mobilisation au 3ème jour pour ne pas renforcer l'œdème (30).
- La raideur des articulations à mobiliser (23).
- La position du poignet et des doigts en extension qui augmente la tension active minimale des muscles fléchisseurs (11).
- La position des doigts en flexion ; plus les doigts sont fléchis, plus forte est la charge imposée aux poulies. Cela augmente la force de friction et donc le WOF (23).
- Les adhérences.

II.3. Réparation de la gaine synoviale

L'attitude vis-à-vis de la gaine synoviale n'est à ce jour par déterminée. Les avantages de sa réparation est la préservation de la nutrition synoviale et l'effet de barrière contre la cicatrisation extrinsèque génératrice d'adhérences. Les inconvénients de la fermeture sont la difficulté technique et le risque de restreindre le glissement tendineux par diminution de sa lumière (31). Quel que soit la décision du chirurgien, il vérifiera la liberté du glissement tendineux en peropératoire.

II.4. Réparation des poulies

Les poulies sont essentielles à la flexion totale. L'abord du site lésionnel se fait préférentiellement au niveau des poulies cruciformes car leur sacrifice n'a pas d'impact fonctionnel significatif. Une résection partielle des poulies annulaires est envisageable pour améliorer les conditions chirurgicales.

Lorsque les poulies sont détruites par le traumatisme, une reconstruction est indispensable.

II.5. Réparation du fléchisseur superficiel des doigts

Du fait de l'étroitesse du canal digital, les chirurgiens avaient pour habitude de réséquer le FSD. Ce muscle a une fonction de flexion de l'articulation interphalangienne proximale IPP. S'il

est reséqué, cette flexion peut être compensée par le FPD mais au prix d'une perte de force et d'une déformation en boutonnière.

Cependant, la connexion des vincula entre le FSD et le FPD étant établie, la résection du FSD compromet la vascularisation du FPD. J.B. Tang conseille de reséquer la partie proximale du FSD, en amont des vincula afin de les préserver (18).

Une plastie d'agrandissement de la poulie A2 permet la réparation du FSD en conservant un glissement tendineux. La résection d'une seule bandelette du FSD avec réparation au besoin de la deuxième permet de préserver le système vasculaire, de diminuer le volume dans la gaine et donc la résistance au glissement (32).

III. Protocoles de rééducation

III.1. L'immobilisation

Pendant longtemps on a pensé que la cicatrisation tendineuse ne se faisait que sur le mode extrinsèque, par prolifération fibroblastique des tissus environnants. Les tendons suturés étaient immobilisés pendant trois à quatre semaines pour permettre la formation d'adhérences (33). Il est aujourd'hui démontré que le tendon a une capacité intrinsèque de cicatrisation.

Cette pratique est désormais utilisée pour les patients non coopérants et les jeunes enfants.

III.2. La mobilisation passive – type Duran

R.H. Gelberman (34,35) a mis en évidence les bienfaits de la mobilisation passive protégée par ses travaux sur des tendons canins. Il a montré d'une part que la mobilisation stimule la synthèse cellulaire en regard de la lésion. D'autre part, elle permet la réorientation des vaisseaux selon une organisation longitudinale fonctionnelle. Il a prouvé qu'avec la mobilisation immédiate, la force nécessaire pour rompre la suture est supérieure qu'en cas d'immobilisation. Donc la mobilisation renforce la solidité de la réparation. La mobilisation permet un meilleur glissement tendineux et à terme une meilleure amplitude articulaire.

E.R. Weber recommande également la mobilisation précoce afin d'activer la pompe synoviale (19).

Aucune mobilisation active du doigt n'est autorisée jusqu'au trentième jour post-opératoire. La rééducation comprend des mobilisations passives réalisées par le rééducateur et des séances d'auto-mobilisation quotidiennes. Les phases de ce protocole sont détaillées en **annexe IV**.

III.3. La mobilisation semi-active – type Kleinert

Dans le protocole original de Kleinert, l'orthèse est dynamique. Un élastique relie l'extrémité du doigt lésé à l'orthèse au niveau du tiers distal de l'avant-bras. Si la lésion touche le majeur, l'annulaire ou l'auriculaire, ces trois doigts seront reliés à l'élastique car ils partagent un corps musculaire commun. Le rappel élastique permet de maintenir le doigt en flexion. Le poignet et les articulations métacarpo-phalangiennes sont immobilisés en flexion par la partie dorsale de l'attelle à respectivement 30° et 60°.

Le kinésithérapeute enseigne à l'opéré le protocole d'auto-rééducation. Le patient effectue une extension complète de l'IPP et de l'IPD contre l'auvent dorsal de l'attelle. Le retour en flexion est assuré par l'élastique de manière passive. Le patient réalise 6 séries de 10 mouvements par jour.

P.G. Slattery et D.A. McGrouther (36) proposent une technique de Kleinert modifiée par l'installation d'une poulie de réflexion palmaire afin d'augmenter la flexion de l'IPD.

La mise en flexion permanente de l'IPP entraine un risque de flexum. En prévention, le patient fixe les doigts en extension à l'aide d'une bande Velcro® la nuit. De plus, si les deux tendons sont suturés, en position de flexion les sites de réparations sont proches l'un de l'autre ce qui favorise la formation d'adhérences. Mais en position d'extension, la réparation du FPD est plus distale que la réparation du FSD (37).

K.L. Silfverskiöld (38) décrit le « four-finger program » dans lequel les quatre doigts longs sont concernés par le rappel élastique. Il met en évidence un effet de « connexion » entre les quatre chefs musculaires et que cette technique augmente l'amplitude de flexion et l'excursion tendineuse.

Chow et al (39) combine la technique de Duran modifiée et la technique de Kleinert modifiée.

L'étude de Cooney et al (40) modifie l'attelle afin de permettre des mouvements synergiques du poignet.

III.4. La technique du « placé-tenu » – type Strickland

Cette technique associe les mobilisations passives du protocole de Duran avec des contractions actives :

- Le thérapeute place passivement les doigts en flexion et le poignet en extension.
- Le patient maintient activement la position de flexion (contraction isométrique) pendant 5 secondes.
- Relâchement de la contraction et poignet positionné en flexion. L'extension complète des IPP et IPD doit être obtenue, à l'aide d'une contraction au besoin.

K.L. Silfverskiöld (41) obtient de bons résultats en combinant l'attelle de Kleinert et le protocole de Strickland.

III.5. La mobilisation active précoce

Cette technique associe les mobilisations passives du protocole de Duran avec des mobilisations actives. La mobilisation du doigt en flexion se fait grâce à la contraction concentrique des fléchisseurs des doigts. Le retour en extension est actif. L'augmentation des contraintes se fait progressivement :

- Les trois premières semaines, la flexion active est réalisée de façon globale. Les trois articulations digitales sont fléchies simultanément et en association avec la flexion des autres doigts.
- De la quatrième à la sixième semaine, la flexion active est réalisée de manière analytique. Le patient réalise une flexion active de l'IPP puis de l'IPD.
- Après la sixième semaine, une résistance progressive est réalisée lors des exercices de flexions

Ce protocole de rééducation, ainsi que le protocole type Strickland permettent d'entretenir le schéma moteur et de prévenir le phénomène de sidération musculaire. De plus, la contraction active améliore l'efficacité de la pompe de Weber.

IV. Complications

La rééducation des tendons des fléchisseurs est délicate et des complications peuvent s'installer.

IV.1. Les ruptures

Le risque de rupture secondaire est la plus grande crainte des chirurgiens et des kinésithérapeutes. Les ruptures peuvent être dues à l'œdème, à une mauvaise utilisation de la main, à des tendons trop volumineux ou à une tension trop importante sur le tendon (31). Dans la majorité des cas, les ruptures se font sur un diastasis.

Les études ont montré que dans les cinq premiers jours post-opératoires, la solidité de la suture diminue (42). Les extrémités tendineuses se « ramollissent » avec la constitution d'un cal cicatriciel mou. Les auteurs préconisent d'alléger l'intensité de la rééducation jusqu'au dixième jour. Cependant Gelberman et al (35) ont montré que la mobilisation passive stimule la cicatrisation du tendon. Par la suite Hitchcock et al (43) prouvent que la mobilisation active précoce prévient le « ramollissement » des extrémités tendineuses, améliore la solidité de la réparation et stimule la réponse biologique. Il est important d'avoir à l'esprit que l'œdème post-opératoire augmente le WOF, et donc la force requise pour mobiliser le tendon (23).

L'amélioration des techniques chirurgicales avec les sutures multibrins et les surjets épitendineux autorise la mobilisation précoce avec un taux de rupture de 4 à 10% (44).

En cas de rupture secondaire, le chirurgien réalise une réparation secondaire, plus difficile techniquement. Les réparations secondaires ont de bons résultats fonctionnels. Il existe également la possibilité de greffe tendineuse.

IV.2. Les adhérences

Les adhérences se forment à cause de la colonisation fibroblastique du tendon par les tissus voisins. Elles limitent le glissement tendineux et peuvent être la cause de raideur articulaire. La mobilisation précoce prévient l'apparition d'adhérence en stimulant la cicatrisation intrinsèque. De plus la position d'extension des doigts au repos permet de mettre de la distance entre la suture du FSD et celle du FPD. Après 12 semaines, en cas de retentissement fonctionnel important, une ténolyse est envisagée.

IV.3. Les flessums

Le flessum de l'IPP est lié à l'immobilisation en flexion du doigt lésé et aux adhérences. Afin d'éviter son apparition, il est préconisé d'immobiliser les IPP et IPD en extension et de les mobiliser passivement.

A partir de la sixième semaine de rééducation, s'il y a apparition d'un flessum supérieur à 20°, le chirurgien prescrit une lame d'extension au patient. Après 12 semaines, une arthrolyse est envisagée si le patient est handicapé dans ses activités quotidiennes ou professionnelles.

Face à une raideur articulaire, il faut chercher les signes d'un syndrome dystrophique régional complexe.

V. Evaluations

Il existe de nombreux systèmes de bilans afin d'évaluer la récupération fonctionnelle du doigt lésé.

Pour faire le bilan de l'amplitude articulaire, il existe le TAM (totale active motion) proposé par la Société Américaine de Chirurgie de la main (ASSH), la méthode de Kleinert, la méthode de Strickland avec sa version modifiée et la méthode de Buck-Gramcko **(annexe V)**.

Pour faire le bilan de la force musculaire, on évalue la force de serrage au dynamomètre Jamar. Le bilan sensitif se fait par le bilan discriminatif au pique-touche. Il n'existe pas de questionnaire adapté pour évaluer le retentissement fonctionnel (45).

PARTIE 2 : ETUDE D'UN CAS CLINIQUE

I. Bilan d'entrée

Dans le cadre de mon stage j'ai vu la patiente au neuvième jour après la chirurgie (J9).

I.1. Anamnèse

Madame G. 17 ans, droitière, étudie à l'école des mousses et vit en internat. Lors d'un week-end sportif, le 8/03/15, elle se blesse en coupant du saucisson. Quarante-huit heures plus tard, le 10 mars elle se présente aux urgences de l'Hôpital d'Instruction des Armées Clermont Tonnerre. Elle présente alors une plaie traumatique au niveau palmaire de l'articulation interphalangienne proximale du cinquième doigt de la main droite mesurant 5 mm Cette plaie s'accompagne d'un déficit fonctionnel du fléchisseur profond des doigts et de paresthésies dans les deux hémipulpes.

Elle est opérée sous anesthésie locorégionale, l'abord permet de préciser l'absence de lésions vasculo-nerveuses. Le tendon du fléchisseur profond est complètement sectionné, sa partie proximale est rétractée et sa partie distale, très courte, se situe en aval de la poulie A4. La portion proximale est récupérée et passée sous la poulie A4 pour la suturer à la partie distale par des points de Maclarney au prolène 4.0 et deux hémi-surjets prolène 6.0. Le chirurgien réalise également une plastie d'agrandissement de la poulie A4 avant de refermer le doigt par des points de suture. Le compte rendu opératoire est en **annexe VI**.

Les suites post-opératoires comprennent le port d'une orthèse thermoformée et de la rééducation selon le protocole de mobilisation active protégée.

I.2. Bilan de la douleur

La patiente présente des douleurs en extension de l'interphalangienne proximale qu'elle côte à 3 sur l'échelle visuelle analogique.

I.3. Bilan cutané-trophique et vasculaire

La cicatrice est en ligne brisée de l'articulation métacarpo-phalangienne à l'interphalangienne distale. Il y a une désunion sur la première phalange, quelques croûtes et des peaux mortes. Elle est fine, souple et mobilisable. La peau de l'ensemble de la main est sèche par rapport à la main gauche.

	Main gauche	Main droite	Différentiel
Têtes des métacarpes	14,7 cm	16,5 cm	+ **1,8 cm**
Corps de P1	4,2 cm	5,6 cm	+ **1,4 cm**
Corps de P2	3,7 cm	5,2 cm	+ **1,5 cm**

La main de la patiente est œdématiée, les mesures centimétriques sont référencées dans le tableau ci-contre.

La patiente présente un œdème moyen de 1,6 cm à la main droite.

I.4. Bilan morphostatique

La patiente présente une attitude spontanée en flexion de poignet, de l'IPP et de l'IPD avec une inclinaison de la dernière phalange vers le quatrième doigt. Elle place son membre supérieur droit en protection avec une rotation médiale d'épaule et une flexion de coude.

I.5. Bilan articulaire

Le bilan articulaire est réalisé à l'aide d'un goniomètre classique et d'un goniomètre de doigt. Toutes les mesures sont prises en position de protection de la main pour ne pas mettre en tension la suture. Ainsi l'extension de poignet n'est pas testée sur la main droite **(annexe VII)**.

La MCP présente un déficit de flexion de 40° en passif et de 15° en actif.

L'IPP présente un déficit de flexion de 30° en passif et de 35° en actif, ainsi qu'un déficit d'extension de 25° en passif et de 35° en actif.

L'IPD présente un déficit de flexion de 25° en passif et de 50° en actif, ainsi qu'un déficit d'extension de 10° en passif et de 15° en actif.

I.6. Bilan fonctionnel

La patiente n'a pas le droit de faire de mouvements dynamiques avant J30, aussi aucun bilan musculaire n'a été réalisé.

Au niveau des activités de la vie quotidienne, Madame G. est handicapée pour l'école car elle ne peut plus écrire mais aussi car la rééducation quotidienne lui fait manquer les matinées scolaires. Elle se dit gênée pour la toilette et les repas mais arrive à se débrouiller toute seule. L'interdiction par le chirurgien de faire du sport pour ne pas risquer une mauvaise chute sur le poignet et une rupture secondaire pèse sur son moral.

II. Bilan diagnostique kinésithérapique

A la suite d'une plaie par couteau, Madame G, étudiante à l'école des mousses, a une suture du tendon du fléchisseur profond du cinquième doigt de la main droite. Elle présente une cicatrice non fermée, une main œdématiée et une diminution des amplitudes articulaires passive et active du cinquième doigt. Elle est privée de la pince poci-digitale des quatrième et cinquième doigts qui sont immobilisés en flexion dans l'orthèse. Il en résulte un handicap personnel avec des difficultés à faire sa toilette et à se nourrir. De plus, elle ne peut pas écrire à l'école ni faire du sport, ce qui compromet son ambition de rentrer dans l'armée.

III. Objectifs

Le bilan diagnostic kinésithérapique m'a permis de connaître les objectifs de la rééducation et de choisir les moyens à mettre en œuvre. Ainsi, les séances de kinésithérapie visent à obtenir une main indolente et avec une bonne trophicité. Nous allons travailler pour que la cicatrisation soit optimale, sans adhérence. De plus les séances ont pour but d'entretenir et de récupérer les amplitudes articulaires ainsi qu'un bon coulissement tendineux. L'objectif est de retrouver une main fonctionnelle, capable de réaliser les différentes pinces préhensives et avec une force comparable à la main controlatérale. La prise en charge doit également permettre à la patiente d'apprendre les techniques d'auto-rééducation adéquates. Enfin, la patiente a pour objectif de pouvoir reprendre le sport et d'être habilitée à rentrer dans l'armée à la fin de l'année.

IV. Principes

Lors des séances de rééducation j'ai veillé à respecter les principes suivants :

- Respect de la douleur
- Respect de la suture chirurgicale
- Respect des amplitudes articulaires autorisées

- Respect des phases du protocole prescrit
- Apprentissage de l'auto-rééducation

V. Prise en charge kinésithérapique

J'ai suivi Madame G. pendant quatre semaines de J9 à J37. Nous nous voyons tous les matins pendant quarante minutes.

V.1. Le protocole

Le chirurgien a prescrit un protocole de mobilisation active protégée (**annexe VIII**). C'est une adaptation du protocole de Strickland associant des mobilisations passives et un travail actif en placé-tenu pendant les trente premiers jours.

V.2. Travail de la cicatrice et drainage de l'œdème

Je commence les séances par un massage cicatriciel avec une crème grasse. J'emploie des techniques de pétrissage en veillant à rapprocher les berges et surtout une technique de ponçage, plus adaptée à l'emplacement de la cicatrice. Ensuite, à l'aide d'un appareil de vacuothérapie, avec une tête à petite ventouse, je mobilise la peau par rapport aux tissus sous-jacents afin d'assouplir la cicatrice et pour rechercher un effet drainant et hyperémient, vecteur des facteurs de cicatrisation.

V.3. Mobilisation passive

En position de protection je mobilise passivement les quatre doigts en global dans des mouvements de flexion extension. Ensuite je mobilise le cinquième doigt de manière analytique en cherchant l'extension complète pour empêcher l'installation d'un flessum au niveau des articulations métacarpo-phalangienne et interphalangienne. C'est cette position d'extension qui est douloureuse, bien que supportable, pour la patiente.

Pour terminer, j'utilise l'effet ténodèse, en plaçant l'avant-bras à la verticale. Les doigts étant libres, les mouvements de flexion extension du poignet permettent le glissement tendineux, favorisant ainsi une course tendineuse optimale.

V.4. Mobilisation active

Les quatre premières semaines, les exercices actifs consistent en une contraction statique selon la technique du placé-tenu. J'amène passivement les quatre doigts en enroulement complet et demande une contraction pour maintenir la position pendant six secondes. Ensuite la patiente ramène les doigts en position de départ par une extension active. Le même exercice est ensuite réalisé avec le cinquième doigt uniquement. Lors des exercices, des pauses sont faites régulièrement pour ne pas épuiser la patiente.

A partir de J30, on commence la rééducation active libre sans résistance et le travail sélectif du FSD puis du FPD. Pour travailler le fléchisseur profond, se terminant sur la face palmaire de la troisième phalange, je bloque l'articulation interphalangienne proximale en extension pour que seul le fléchisseur profond travaille. A l'inverse, pour obtenir une contraction du fléchisseur superficiel, je maintiens les troisièmes phalanges des autres doigts longs.

V.5. Travail de la sensibilité

Au cours de la prise en charge, la patiente s'est plainte d'un déficit de sensibilité superficielle et proprioceptive. Afin d'en optimiser la récupération, nous travaillons la reconnaissance de différentes matières et de différentes positions articulaires avec les yeux fermés.

V.6. Auto-rééducation

Après réparation chirurgicale des tendons des fléchisseurs des doigts, l'auto-rééducation est indispensable pour retrouver une main fonctionnelle. Le protocole est enseigné aux patients capables de le réaliser sans risquer la rupture secondaire de la suture chirurgicale.

Je n'ai pas pris en charge Madame G. dès le début de sa rééducation, je ne lui ai donc pas enseigné le protocole, mais nous l'avons revu ensemble à plusieurs reprises pour vérifier qu'il était toujours correctement réalisé.

VI. Bilan de sortie

Le bilan de sortie est réalisé le 16 avril à J37.

VI.1. Bilan de la douleur

La patiente ne présente pas de douleurs. Aucun bilan sensitif n'a été réalisé.

VI.2. Bilan cutané-trophique et vasculaire

La cicatrice est fermée, mobilisable, mais présente un point chéloïde sur l'extrémité médiale de l'interphalangienne proximale.

La main a retrouvé un aspect normal, équivalent à la main controlatérale. Il n'y a plus d'œdème.

VI.3. Bilan morphostatique

Depuis une semaine la patiente a commencé le sevrage de l'orthèse pendant la journée.

La patiente présente une attitude en flexion des articulations métacarpo-phalangienne et interphalangienne du cinquième doigt mais les autres articulations sont étendues.

VI.4. Bilan articulaire

L'IPP présente un déficit de flexion de 20° en passif et de 25° en actif, ainsi qu'un déficit d'extension de 25° en passif et de 30° en actif. Le flessum de 25° de l'IPP est important, s'il ne récupère pas à la fin de la rééducation, une arthrolyse pourra être envisagée (**Annexe IX)**.

L'IPD présente un déficit de flexion de 15° en passif et de 50° en actif, ainsi qu'un déficit d'extension de 10° en passif et de 10° en actif.

La patiente ne peut pas faire de contraction contre résistance avant la huitième semaine. Le bilan musculaire n'a donc pas été réalisé. Cependant le déficit actif de 50° de l'IPD met en évidence une perte de force musculaire du FPD.

VI.5. Bilan fonctionnel

La patiente est désormais à l'aise pour la toilette et l'habillage mais elle ne peut toujours pas écrire ni faire du sport.

VII. Conclusion

Mon stage se terminant, je n'ai pas pu continuer la rééducation de Madame G. Le bilan de sortie réalisé à J37 n'est pas le bilan final de la patiente. On ne peut donc pas évaluer l'efficacité du protocole utilisé.

PARTIE 3 : REVUE DE LITTERATURE

I. Méthodologie

La recherche a été faite sur les bases de données Medline-Pubmed, Cochrane Library Google Scholar, PEDro et Scopus.

La recherche inclut des méta-analyses, des revues systématiques, des études contrôlées et contrôlées randomisées et des essais cliniques.

Critères de recherche :

« Flexor tendon », « hand injuries », « zone II », « rehabilitation protocols » « passive », « active » and « motion »

Je n'ai pas imposé de limites sur l'année de publication.

Définition de la population cible :

Patients présentant une plaie du fléchisseur profond des doigts et, ou du fléchisseur superficiel des doigts, pris en charge pour une réparation primaire. Recherches préférentiellement axées sur les plaies en zone II.

Intervention :

Protocole de rééducation par mobilisation précoce, active ou passive.

Critères d'inclusion :

Plaies par objet tranchant, déchirant ou par écrasement.

Lésions des pédicules vasculo-nerveux, petite perte de substance cutanée.

Articles en anglais et en français

Critères d'exclusion :

Rupture du long fléchisseur du pouce

Fracture, perte importante de substance cutanée.

Patient non compliant.

Limites :

Les systèmes d'évaluation de la rééducation des fléchisseurs sont nombreux. Les nombreuses études utilisent différents systèmes, cela crée un biais notable dans la comparaison des paramètres.

II. Description

II.1. Article 1 : Systematic Review of Flexor Tendon Rehabilitation Protocols in zone II of the Hand

Le premier article (46) que j'ai choisi est une revue systématique publiée en 2010 dans *the Plastic and Reconstructive Surgery Journal*.

II.1.1.Méthodologie

L'étude recense 15 articles datant de 1985 à 2006 concernant la rééducation des fléchisseurs en zone II. Elle évalue quatre protocoles de rééducation : les protocoles type Kleinert et ses modifications, les protocoles type Duran et ses modifications, les protocoles combinant ceux de Kleinert et de Duran, ainsi que les protocoles de mobilisation active précoce (incluant les protocoles de placé-tenu). Le résumé de ces quinze études est disponible en **annexe X**.

Trois articles sont des études contrôlées randomisées dont deux ont une méthodologie de forte qualité selon le score de Detsky et la troisième étude est de faible qualité. Aucune de ces trois études ne compare directement les protocoles précédemment cités.

Deux articles sont des études contrôlées comparant directement les protocoles. L'un est de forte qualité et l'autre de faible qualité selon le score MINORS (Methodological Index for Non-Randomized Studies) (47).

Les dix articles restants sont des essais cliniques dont un seul a une forte qualité méthodologique selon l'échelle MINORS.

II.1.2. Résultats

Le premier paramètre étudié dans cette revue est le taux de rupture selon le protocole employé. Le taux moyen de rupture est de 2,3 à 7,1%. Il n'y a pas de différence statistiquement significative retrouvée entre les quatre protocoles ($p = 0.392$)

Le deuxième paramètre étudié est l'amplitude des mouvements articulaires (ROM : range of motion). La revue a exclu les études qui ne rapportaient par le secteur articulaire selon le système de Strickland (et sa version modifiée), le système de Buck-Gramcko ou le TAM. Le test d'indépendance chi-square a montré une différence statistiquement significative ($p < 0,001$) dans les résultats selon le système de Strickland et selon le système de Strickland modifié.

Avec le système de Strickland original, le protocole de mobilisation active précoce obtient 94% de bons et excellents résultats, puis la combinaison des protocoles de Kleinert et Duran 73%.

Le troisième paramètre étudié est la qualité de vie selon des questionnaires validés. Une seule étude a évalué ce paramètre avec le questionnaire DASH (Disabilities of Arm, Shoulder and Hand). Ce paramètre n'a donc pas pu être étudié.

L'étude ne retrouve pas de différence statistiquement signifiante entre les différentes sutures utilisées.

La revue systématique fournit une faible preuve que les protocoles de mobilisation active précoce et combinant les protocoles de Kleinert et Duran donnent de meilleurs résultats concernant l'amplitude articulaire en maintenant un taux acceptable de rupture.

II.1.3. Limites

L'une des limites de cette étude est la forte proportion d'articles de faible qualité méthodologique (73,4%). De plus les études contrôlées randomisées ne comparent pas directement les protocoles entre eux.

L'analyse des articles est difficile car il n'y a pas de système unique d'évaluation des amplitudes articulaires. Cependant, exclure certaines études pour avoir un système uniforme aurait donné un échantillon trop restreint.

Il est dommage que la force de préhension n'ait pas été analysée. L'article rapporte que ce paramètre est exclu du fait du trop petit nombre d'études le recensant.

Les auteurs ont exclu les articles qui n'étaient pas rédigés en anglais et sont peut-être passés à côté de données pertinentes.

II.2. Article 2 : Flexor Tendon Repair Rehabilitation Protocols : A Systematic Review

Le deuxième article (48) que j'ai choisi est une revue systématique publiée en septembre 2013 dans *the Journal of Hand Surgery*.

II.2.1. Méthodologie

Les auteurs ont utilisé la méthode PRISMA (Prefered Reporting Items for Systematic Review and Meta-Analysis) comme guide dans le choix des articles (49).

L'étude recense 34 articles publiés entre 1980 et 2011 à propos de la rééducation des tendons fléchisseurs des doigts dans les cinq zones. Son objectif est d'évaluer l'efficacité de différents protocoles de rééducation par leur taux de complications. L'article inclut des protocoles passifs (Kleinert et Duran), des protocoles actifs, des protocoles de mobilisation continue et l'immobilisation. Un seul article évalue le protocole d'immobilisation et deux le protocole de mobilisation continue. Pour cette raison, aucune conclusion valable concernant ces protocoles n'a pu être tirée.

Parmi les 34 articles, quatre sont des études contrôlées randomisées de niveau de preuve I et II. Huit sont des études contrôlées dont sept ont un niveau de preuve II et une de preuve III. Les 22 articles restants sont des essais cliniques de niveau de preuve IV dont six études rétrospectives.

L'étude a analysé les articles selon leur date de publication par intervalles de cinq années sur une période de 25 ans et par intervalles de dix années sur une période de 20 ans. L'analyse selon la date de recueil des données pour chaque cas de chaque article n'était pas possible car non reportées dans huit articles.

II.2.2. Résultats

Le premier paramètre étudié est le taux global de complications. Les protocoles passifs (22 articles) ont un taux de complications de 13% et les protocoles actifs (16 articles) un taux de 11%. Le test exact de Fisher n'a montré aucune différence statistiquement significative ($p = 0,12$).

Le deuxième paramètre étudié est le taux de rupture. Le test exact de Fisher met en évidence que les protocoles passifs ont un taux de rupture significativement ($p = 0,02$) plus bas que celui des protocoles actifs. L'étude a également analysé le taux de rupture dans les protocoles actifs selon l'utilisation d'une suture à deux ou quatre brins et à deux ou six brins et n'a trouvé aucune différence statistique (respectivement $p = 0,106$ et $p = 0,26$ au test exact de Fisher).

Le troisième paramètre étudié est le « taux de perte d'amplitude ». Sous ce terme, les auteurs regroupent les diminutions du secteur angulaire de flexion, les adhésions et les flessums. Le test exact de Fisher expose un taux de perte d'amplitude significativement inférieur ($p < 0,01$) dans les protocoles actifs comparés aux protocoles passifs.

Enfin, l'article analyse le taux de rupture dans le temps. Lorsque les articles sont classés par intervalles de dix années, le test de tendance de Cochrane Armitage montre une diminution du taux ($p = 0,038$) entre 1992-2001 et 2002-2012. Cette tendance à la diminution n'est pas statistiquement significative ($p = 0,056$) sur des périodes de cinq ans.

II.2.3.Limites

La faiblesse de cet article est le regroupement de la multitude de protocoles en deux catégories, les protocoles actifs et les protocoles passifs.

L'article met en évidence qu'il n'y a pas de différence signifiante dans l'utilisation de suture à deux ou quatre brins. Cependant, seuls quatre des articles inclus décrivent la méthode à quatre brins, la base de données n'est pas assez grande pour donner des statistiques fiables.

Il est intéressant de citer l'article de R. Savage (50) présent dans cette étude. L'auteur utilise une suture à six brins et une rééducation active précoce et obtient un taux de rupture nul et un taux de perte articulaire de 14%. Nous en reparlons dans la partie IV.

Des inconnues demeurent dans cette revue. On ne connait pas les systèmes d'évaluation employés. De plus, il n'existe pas de moyen de mesurer ni l'expérience du chirurgien et du rééducateur ni la compliance du patient.

Cette revue systématique n'a inclus que des articles rédigés en anglais et peut par conséquent avoir négligé des données utiles.

II.3. Article 3 : Zone-II flexor tendon repair : a randomized prospective trial of active place-and-hold therapy compared with passive motion therapy

Trumble et al ont mené de 1996 à 2002 une étude contrôlée randomisée (51). Elle est publiée en 2010 dans *the Journal of Bone and Joint Surgery*. L'étude obtient une note de 6 sur 10 sur la base de données PEDro.

II.3.1. Méthode

Le but de l'étude est de comparer un protocole de rééducation passive et un protocole de rééducation active. Le protocole passif combine les protocoles de Duran et de Kleinert. Le protocole actif est basé sur la méthode du placé-tenu avec une attelle articulée permettant l'extension du poignet.

Huit centres de chirurgie participent à l'étude, chacun disposant d'un coordinateur de recherche. Au total, 98 patients (102 doigts) sont inclus et se sont présentés au dernier rendez-vous à un an de la chirurgie.

Les participants à l'étude ont une lésion des deux tendons, superficiel et profond. Les deux tendons sont suturés lors du temps opératoire. Une atteinte d'un seul des tendons est un motif d'exclusion de l'étude. Après la chirurgie, le coordinateur de recherche attribue à l'aveugle le protocole de rééducation pour le patient.

Les paramètres étudiés sont l'amplitude de flexion active des articulations interphalangiennes et leur éventuel flessum lors des 6ème,12ème, 26ème et 52ème semaine post-opératoire. Ces mesures sont faites par le kinésithérapeute en charge de la rééducation du patient, et non par un thérapeute extérieur qui n'aurait pas connaissance du protocole prescrit.

Un an après la chirurgie, les patients remplissent le questionnaire DASH et évaluent leur satisfaction concernant les fonctions de leur main sur une échelle de 1 (insatisfait) à 10 (complètement satisfait). A cette date, le thérapeute effectue deux tests pour évaluer la dextérité de la main opérée. Le test des fonctions de la main Jebsen Taylor évalue l'usage de la main dans les activités de la vie quotidienne. Le test de dextérité manuelle Purdue est un test neuropsychologique qui évalue la coordination et la précision.

Le test statistique t-student évalue les variables continues (amplitude de flexion et flessum). Le test signé des rangs de Wilcoxon évalue les données non paramétriques (questionnaire

DASH, échelle de satisfaction, tests de dextérité).

L'étude évalue également les ruptures, la date de retour au travail et le coût des traitements entre les deux groupes.

II.3.2. Résultats

L'analyse statistique montre une différence significative ($p < 0,05$) concernant l'amplitude de flexion active et le déficit d'extension à la 6ème, 12ème, 26ème et 52ème semaine. Le groupe de patients avec le protocole actif a un meilleur enroulement des doigts (156° ± 25° à la 52ème semaine) et des flessums moins importants (15° ± 8° à la 52ème semaine) que le groupe de patients avec le protocole passif (128° ± 22° ; 28° ± 13°).

Les patients du groupe actif obtiennent un meilleur score (2,0 ± 3,7) au questionnaire DASH que ceux du groupe passif (3,1 ± 4,3), sans réelle différence statistique ($p = 0,09$). Sur l'échelle de satisfaction, les patients du groupe actif se placent significativement ($p < 0,05$) plus haut (9,4 ± 4,3) que ceux du groupe passif (8,2 ± 3,9).

Les tests de dextérité faits un an après la chirurgie, ne montrent pas de différence statistique signifiante.

Dans chacun des deux groupes, il y a eu deux ruptures (4%). Les patients ayant eu une rééducation active ont repris un travail à temps plein sans restriction au 82ème jour postopératoire en moyenne, comparé au 103ème jour pour les patients du groupe passif ($p < 0,05$). Le coût du traitement, incluant la chirurgie, le matériel et la rééducation est plus élevé dans le groupe passif car la période de rééducation est plus longue. Cependant il n'y a pas de différence significative concernant le coût du traitement ($14 720 ; $12 360 ; $p = 0,16$).

L'étude conclut sur les bénéfices du protocole actif qui permet une meilleure amplitude active de flexion et une diminution des flessums sans augmenter le risque de rupture tendineuse.

II.3.3. Limites

L'étude compare directement les protocoles actif et passif et offre des résultats statistiques significatifs en faveur de l'actif. Il faut noter cependant que dans le protocole passif, seul le doigt atteint est concerné par le rappel élastique de l'attelle. Il a été démontré (41) que lorsque les quatre doigts sont reliés à l'élastique, l'amplitude active de flexion est augmentée. Il aurait été intéressant que dans l'étude de Trumble et al, cette technique soit utilisée pour optimiser le protocole passif.

La volonté d'évaluer le résultat fonctionnel est un des points forts de cette étude. Cependant le questionnaire DASH n'est pas spécifique à la main, il évalue l'ensemble des fonctions du membre supérieur. Il n'est pas adapté dans ce contexte (45). C'est la première étude à utiliser les tests de dextérité pour évaluer les résultats finals. Le score obtenu reflète les capacités du patient dans sa vie quotidienne. Cependant, les tâches demandées s'effectuent majoritairement avec le pouce et l'index. Le score est donc peu influencé par une blessure aux troisième, quatrième ou cinquième doigts. De plus, aucune autre étude n'utilise ces tests comme méthode d'évaluation. On ne peut aujourd'hui pas comparer les scores obtenus dans cette étude avec d'autres.

Il existe un biais notable dans cette étude. Le recueil des données n'est pas fait à l'aveugle, c'est le rééducateur qui s'est occupé d'un patient qui fait les évaluations.

PARTIE 4 : DISCUSSION

Dans cette partie je décris l'influence du type de rééducation sur le résultat final de la prise en charge. La rééducation doit permettre de récupérer une amplitude articulaire correcte sans mettre en danger la réparation. Il est intéressant de comprendre comment le caractère passif ou actif de la prise en charge influence ces paramètres. Cela permet de déterminer quel protocole est plus judicieux à choisir.

I. Influence des protocoles sur amplitude articulaire finale

L'objectif de la rééducation des tendons fléchisseurs des doigts est de restaurer la fonction de préhension de la main. Pour cela, le patient doit récupérer une mobilité articulaire optimale. Les études montrent que le choix du protocole de rééducation influence nettement l'amplitude articulaire finale. La récupération des amplitudes articulaires nécessite un glissement tendineux correct, une absence d'adhérences ainsi que la prévention d'une perte d'extension.

I.1. Excursion tendineuse

Lors de la contraction musculaire, le muscle se raccourcit et induit un glissement proximal du tendon. Le tendon transmet alors la force musculaire, permettant l'enroulement digital. Si l'excursion tendineuse induit un mouvement articulaire, l'inverse est également vrai, le mouvement articulaire induit un glissement tendineux. Pour cela, il est essentiel que la réparation chirurgicale permette un glissement optimal du tendon dans sa gaine.

Lorsque le poignet et la main sont immobilisés, le tendon est figé dans sa gaine, elle-même fixe par rapport aux tissus environnants. Le mouvement précoce va permettre de mobiliser les tendons entre eux et par rapport aux tissus conjonctifs voisins. Ce glissement tendineux stimule la cicatrisation intrinsèque du tendon, diminue la formation d'adhérences et améliore les résultats fonctionnels.

Les tendons fléchisseurs des doigts croisent les articulations du poignet, les articulations métacarpo-phalangiennes et interphalangiennes proximales. Seuls les tendons du FPD croisent les articulations interphalangiennes distales.

La mobilisation passive du poignet, avec respect de l'effet ténodèse, induit un glissement tendineux en zone II. La mobilisation passive des articulations MCP produit un glissement minime des tendons en zone II.

La mobilisation de l'IPP produit un glissement des tendons par rapport aux tissus environnants. La mobilisation de l'IPD provoque un glissement différentiel entre les fléchisseurs superficiel et profond.

Dans la méthode originale de Kleinert, le rappel élastique est attaché à la face palmaire de l'avant-bras. L'élastique induit une flexion de la chaîne digitale. Cependant, la direction de l'élastique favorise la flexion des articulations métacarpo-phalangienne et interphalangienne proximale aux dépens de la flexion de l'articulation interphalangienne distale. Pour augmenter la flexion de l'IPD, une poulie de réflexion palmaire est ajoutée à l'attelle (36). L'ajout de cette poulie augmente le glissement tendineux entre les fléchisseurs superficiel et profond. De plus Silfverskiöld (38) montre que l'excursion tendineuse est plus importante lorsque les quatre doigts sont inclus dans le rappel élastique.

De nombreuses études ont tenté de quantifier l'excursion nécessaire pour prévenir la formation d'adhérences. Duran et Houser (52) dans leur expérience sur des poulets montrent que 3 à 5 mm de glissement tendineux sont suffisants. R.H. Gelberman valide ces mesures par son expérience sur des tendons canins (53).

McGrouther et Ahmed (37) ont calculé l'excursion tendineuse en fonction du mouvement articulaire, en supposant une relation linéaire entre ces données. L'expérience est réalisée sur des cadavres. Les résultats sont les suivants :

- 10° de flexion de l'articulation interphalangienne proximale permet un glissement de 1,4 mm du FDS par rapport à la gaine. 90° de flexion de l'IPP permet un glissement de 12 mm des deux tendons par rapport à la gaine
- 10° de flexion de l'articulation interphalangienne distale permet un glissement de 0,3 mm du FPD par rapport à la gaine et un glissement de 1 mm entre les fléchisseurs superficiel et profond. 60° de flexion de l'IPD permet un glissement du FPD de 1,8 mm ainsi qu'un glissement différentiel de 6mm.

Cette étude met en évidence l'importance de la mobilisation analytique des articulations interphalangiennes. Lors de la mobilisation de l'IPD en flexion, le glissement tendineux est bloqué par la mise en flexion de l'IPP.

Cependant, Small et al (54), en explorant des ruptures secondaires, ont mis en évidence des adhérences importantes sur les tendons. Avant la rupture, l'IPP était mobilisée jusqu'à 80° de flexion et l'IPD jusqu'à 40°. Il semblerait que le processus de formation d'adhérences ne puisse être complètement inhibé par la mobilisation passive. Par conséquent, il n'y aurait pas de seuil minimum à atteindre concernant le glissement tendineux. L'étude de Silva (55) tend vers cette idée alors même qu'il affirme qu'un glissement de 1,7mm est suffisant pour prévenir la formation d'adhérences. En effet, l'étude est réalisée dans des conditions particulièrement optimales. La coupure est réalisée chirurgicalement sur des tendons canins, les atteintes artério-nerveuses sont minimes. Dans ces conditions, les adhérences ont une moins grande propension à s'installer.

Dans un essai clinique, Silfverskiöld étudie le glissement tendineux en fonction de l'amplitude de flexion passive. Il établit que la relation entre le glissement tendineux et l'amplitude articulaire tend vers le linéaire. Par conséquent, augmenter l'amplitude de mobilisation des interphalangiennes augmente le glissement tendineux.

Silfverskiöld souligne le fait que dans la mobilisation passive, le tendon est poussé en proximal par la flexion de l'articulation. Lorsqu'il est poussé, le tendon pourra « avancer » en fonction des obstacles et résistances rencontrés. Dans le cas contraire, la partie distale du tendon replie sur elle-même, « en accordéon » (56). Physiologiquement, c'est la contraction musculaire qui tracte le tendon. Manske (17) pense que les bons résultats obtenus dans les protocoles passifs sont dus au fait que le patient « triche » par une contraction spontanée involontaire. Lors de la mobilisation active, l'excursion tendineuse est dépendante des bras de levier et donc de l'intégrité du système des poulies.

Glissement tendineux pour 10° de flexion des IP selon le protocole de rééducation

	McGrouther Type Duran (sur cadavre)	Silfverskiöld Type Kleinert	Silfverskiöld Actif
10° de flexion de l'IPD	FPD / gaine = 0,3mm	FPD / gaine = 0,3mm	FPD / gaine = 0,9mm
10° de flexion de l'IPP	FSD / gaine = 1,4mm	FSD / gaine = 1,2mm	FSD / gaine = 1,4mm

Silfverskiöld calcule le pourcentage de glissement tendineux induit par 10° de flexion passive des articulations interphalangiennes par rapport au glissement tendineux induit par 10°

de flexion active. L'excursion tendineuse lors de la mobilisation passive de l'IPP atteint 90% de l'excursion tendineuse lors de la mobilisation active. L'excursion tendineuse lors de la mobilisation passive de l'IPS atteint 36% de l'excursion tendineuse lors de la mobilisation active.

Hagberg et al (57) dans une analyse stéréo-photométrique aux rayons X ont également étudié l'influence des protocoles sur le glissement tendineux. L'étude compare les protocoles de Kleinert incluant seul le doigt lésé dans le rappel élastique, incluant les quatre doigts et le protocole de Strickland. Il en résulte une efficacité supérieure de la méthode du placé-tenu particulièrement en regard des poulies A3 et A4. La représentation des résultats est disponible en **annexe XI**.

La mobilisation active des IPP et IPD permet donc un glissement tendineux plus important que la mobilisation passive. L'évolution des protocoles passifs a permis d'augmenter le glissement tendineux. Cependant, l'excursion tendineuse est plus importante dans les protocoles actifs qui sont à privilégier.

Cooney et al (40) étudient l'effet de la mobilisation du poignet sur l'excursion tendineuse. Dans leur expérience sur des cadavres, le glissement différentiel en zone II avec le protocole de Kleinert est de 2,23mm. En synergie avec la mobilisation du poignet, le glissement différentiel atteint 7,74mm. L'excursion tendineuse des fléchisseurs des doigts est augmentée lors des mouvements synergiques du poignet ; il en est de même pour le glissement différentiel entre les deux tendons. L'effet ténodèse évite le blocage des tendons dans les poulies (58) qui entraine une plicature au lieu d'un glissement. La mobilisation synergique du poignet et des doigts augmente l'excursion tendineuse sans augmenter la charge sur le tendon. Dans un essai clinique L. Klein (59) combine le protocole de placé-tenu et des exercices sollicitant l'effet ténodèse. Elle obtient 84% de bons et excellents résultats (selon la méthode originale de Strickland) avec un seul cas de rupture.

Les études s'accordent à montrer que la mobilisation active procure une plus grande excursion tendineuse, et de meilleure qualité. Elles mettent en évidence l'importance de la mobilisation analytique des interphalangiennes et de l'effet ténodèse. Ces notions doivent être prises en compte dans le choix du protocole de rééducation afin d'assurer la meilleure récupération possible pour le patient.

I.2. Adhérence

La formation d'adhérences sur les tendons suturés est une complication majeure dans la rééducation des fléchisseurs. Au cours du processus de cicatrisation extrinsèque, les tissus conjonctifs environnants envahissent le site de réparation. Cette colonisation est à l'origine des adhérences. Les adhérences sont le résultat de la réponse inflammatoire au traumatisme. Elles rétablissent la continuité tendineuse mais freinent le glissement tendineux et entrainent une perte d'amplitude articulaire.

Un traumatisme sévère stimule l'activité de la cicatrisation extrinsèque. Il en est de même pour une manipulation chirurgicale brutale. De plus, lorsque la gaine digitale n'est pas réparée elle ne joue plus ni son rôle de barrière contre les éléments fibroblastiques voisins ni son rôle d'étanchéité de l'espace synovial assurant la cicatrisation intrinsèque. Le kinésithérapeute ne peut agir sur ces facteurs. Cependant il est intéressant de se renseigner sur le mécanisme lésionnel et la chirurgie réalisée car ces éléments sont pronostiques de la formation d'adhérences.

L'immobilisation est génératrice d'adhérences tandis que la mobilisation précoce stimule la cicatrisation intrinsèque. La rééducation doit intégrer une mobilisation du doigt lésé. En effet, la mobilisation permet le glissement tendineux qui prévient la formation d'adhérences ($p = 0,04$)

(55). Les protocoles actifs, pourvoyeur d'une meilleure excursion tendineuse, sont à privilégier pour diminuer l'incidence des adhérences. De plus, la mobilisation active augmente l'activité de la pompe de Weber, elle permet une meilleure nutrition synoviale et donc favorise la cicatrisation intrinsèque.

De nombreux auteurs ont alors cherché à déterminer le moment opportun pour débuter la mobilisation. Lors des premiers jours post-opératoires, un œdème se forme en réaction au traumatisme et à la chirurgie. L'œdème est un facteur influençant le WOF (work of flexion), il augmente la résistance au glissement tendineux. Une mobilisation trop précoce, démarrant le premier jour post-opératoire augmente le risque de formation d'adhérences. P.C. Amadio (23) établit que la mobilisation doit être débutée entre le troisième et le cinquième jour post-opératoire. Un délai d'immobilisation plus long favorise les adhérences. Lors des premiers jours post-opératoires, le kinésithérapeute agit sur l'œdème par du drainage lymphatique manuel. Cette prise en charge soulage les douleurs liées à l'œdème et permet des conditions optimales de mobilisation en diminuant le WOF.

Au repos, la position des doigts dans l'attelle influence la formation d'adhérences. L'expérience de McGrouther et Ahmed (37) étudie la distance séparant la suture du FSD et celle du FPD. Lorsque l'IPD est en extension, les deux sutures sont distantes de 20 mm. A 60° de flexion de l'IPD, les deux sutures sont distantes de 14 mm. Ces données valident le postulat privilégiant l'immobilisation des doigts en extension. En effet, une plus grande distance entre les deux sutures diminue le risque d'adhérences entre le FSD et le FPD.

I.3. Flessum

Le flessum est une complication de la rééducation des tendons des fléchisseurs. Il consiste en une perte de mobilité du doigt qui s'enraidit en flexion, principalement au niveau de l'articulation interphalangienne proximale. Dans la méthode de Kleinert originale, l'incidence des flessums est forte. Il a été mis en évidence qu'avec l'ajout d'une barre palmaire, la propension des patients à développer des flessums diminue.

Dès lors qu'un patient a des difficultés à atteindre l'extension digitale complète, il faut envisager l'installation d'un flessum. Une prise en charge précoce augure d'un meilleur pronostic. Le kinésithérapeute accentue la mobilisation en extension et le patient réalise consciencieusement son auto-mobilisation. Lors de l'extension active, le patient positionne les articulations métacarpo-phalangiennes en flexion maximale afin d'assurer une contraction efficace des muscles lombricaux.

Lorsque le flessum est installé, le chirurgien peut décider de la mise en place d'une attelle statique d'extension à partir du trentième jour ou d'une attelle dynamique d'extension à partir de la sixième semaine. En cas de retentissement fonctionnel important, une ténolyse secondaire est envisagée.

Il n'y a pas de supériorité d'un protocole sur l'autre concernant la prévention des flessums. Il revient au thérapeute d'être vigilant afin de repérer le plus tôt possible une raideur anormale.

I.4. Amplitude articulaire finale

La rééducation a pour objectif de restaurer une main fonctionnelle. Pour cela les tendons doivent avoir une liberté de glissement. La course tendineuse influence l'amplitude articulaire finale. De plus, une amplitude articulaire optimale nécessite l'absence d'adhérences et de flessums. La littérature met en avant le succès des protocoles actifs dans le rétablissement de l'amplitude articulaire. Cette tendance se confirme dans les articles choisis dans la revue de littérature.

La revue systématique de Chesney et al (46) montre que les protocoles actifs permettent une meilleure amplitude articulaire. Cependant la tendance n'a pas de preuve scientifique. Les études comparées n'utilisent pas toutes le même système d'évaluation. L'impossibilité pour les chercheurs de comparer tous les résultats entre eux impacte la valeur scientifique du résultat.

La revue systématique de Starr et al (48) étudie la perte d'amplitude articulaire selon les protocoles passifs et actifs. La perte d'amplitude articulaire correspond ici à des adhérences, un flessum ou une perte d'amplitude de flexion. Les résultats montrent une augmentation statistiquement significative du risque de perte d'amplitude dans les protocoles passifs.

L'étude contrôlée randomisée de Trumble et al (51) compare directement le protocole actif du « placé-tenu » au protocole passif combinant les méthodes de Duran et de Kleinert. L'analyse statistique montre, de façon significative, que les patients suivant le protocole actif ont une meilleure amplitude articulaire et des flessums moins importants.

Ces trois articles confirment l'intérêt d'une rééducation active pour favoriser une récupération optimale de la mobilité digitale. La recherche de Chesney et al s'attache à évaluer séparément les différents protocoles du groupe passif. Les résultats statistiques tendent à montrer une meilleure efficacité des protocoles de Duran et Kleinert lorsqu'ils sont combinés que quand ils sont prescrits séparément. En pratique, le kinésithérapeute associe la mobilisation passive de Duran au protocole de Kleinert. Il est regrettable qu'aucune des deux revues systématiques ne comparent le protocole du placé-tenu avec le protocole de mobilisation active précoce. De futures recherches s'y attachant permettront un choix éclairé d'un protocole actif.

Il est établi que les méthodes actives offrent au patient une meilleure mobilité. Cependant, après être suturé, le tendon ne retrouve pas sa solidité antérieure. Le choix du protocole de rééducation dépendra donc aussi de son influence sur la solidité du tendon réparé.

II. Influence des protocoles sur la force générée

L'application de tension sur le tendon a des effets positifs sur sa cicatrisation. La tension augmente le renouvellement cellulaire, la migration des fibroblastes, la production de collagène et elle améliore l'orientation des faisceaux dans l'axe du tendon (60). De plus, la solidité de la suture augmente en fonction de la tension à laquelle elle est soumise. Cependant le tendon n'a pas retrouvé ses propriétés biomécaniques antérieures et une charge excessive peut avoir des effets délétères.

II.1. Formation d'un diastasis

Lors de la rééducation des tendons des fléchisseurs des doigts il existe un risque de diastasis (gap) au niveau de la suture. A ce niveau, il existe une zone de faiblesse et une charge excessive provoque alors une élongation. L'élongation compromet la solidité de la suture et le processus de cicatrisation (55). La période de cicatrisation doit donc respecter cette fragilité afin de ne pas risquer une rupture secondaire.

II.1.1. Le concept de « safe zone »

P.C. Amadio (23) développe le concept de « safe zone » que l'on peut traduire par « zone de sécurité » ou « fenêtre de sécurité ». Cela correspond à l'intervalle où les charges appliquées sur le tendon sont suffisantes pour induire un mouvement articulaire mais sans qu'il ne se forme d'élongation. La limite inférieure de l'intervalle correspond à la force minimale nécessaire pour créer le mouvement. La limite inférieure dépend donc des résistances au glissement tendineux. Lors des premiers jours post-opératoires, la présence d'œdème augmente le WOF. La charge minimale nécessaire au glissement tendineux et donc au mouvement est par conséquent augmentée dans les premiers jours post-opératoires. La fenêtre de sécurité est réduite pendant ce

temps.

La limite supérieure de l'intervalle de sécurité correspond à la charge nécessaire pour créer une élongation. Elle dépend donc de la solidité de la suture. Les progrès dans la chirurgie ont permis le développement de suture multibrins plus solide et de surjets épitendineux. La solidité de la suture est proportionnelle au nombre de brins qui la compose. Cependant lorsque la suture est difficile à réaliser, le geste chirurgical devient traumatique sur les tissus environnants. Cela augmente l'œdème post-opératoire et donc le WOF. La force nécessaire pour créer le mouvement sera alors augmentée. Le volume final du tendon réparé est également un facteur d'augmentation du WOF. Le chirurgien décide alors du type de suture à réaliser afin d'assurer une réparation atraumatique mais solide.

II.1.2. Influence de la position articulaire sur la force

Dans une expérience sur des tendons canins, Silva et al (55) étudient le lien entre l'excursion tendineuse et les propriétés mécaniques du tendon en cours de cicatrisation. L'étude établit que l'augmentation de la course tendineuse n'affecte ni la longueur de l'élongation ni la résistance du tendon (solidité de la suture au repos, soumise à une charge de 20N et force de rupture). De plus, l'expérience montre que l'association de mouvements synergiques du poignet n'augmente pas le risque d'élongation.

La position d'extension du poignet permet de diminuer la tension passive des muscles extenseurs. La force nécessaire à la flexion digitale est par conséquent moindre. Lieber et al (61) dans une expérience sur des tendons canins démontrent que la flexion digitale associée à un mouvement synergique du poignet permet une grande excursion tendineuse avec une faible force requise. Evans et Thompson (62) développent le « model of minimal active muscle-tendon tension » (MAMTT). Ce modèle permet de calculer la force nécessaire pour surmonter la tension des antagonistes dans différentes positions articulaires. Ils démontrent que plus l'angle de flexion est grand, plus la force requise l'est aussi. Tang et al (29) dans une expérience sur des cadavres démontrent que la solidité de la suture diminue au fur et à mesure que l'angle de flexion augmente. P.C. Amadio hypothèse que lorsque le poignet et les articulations métacarpo-phalangiennes sont en extension et les articulations interphalangiennes en flexion, une force de 100 – 150g est suffisante pour créer un mouvement malgré le WOF et sans risquer la formation d'un diastasis.

II.1.3. Longueur du diastasis

Une élongation compromet la solidité de la suture et le processus de cicatrisation. Les chercheurs ont cherché à établir la longueur à partir de laquelle le diastasis provoque de mauvais résultats fonctionnels.

Gelberman et al (63) étudient les conséquences d'une élongation sur des tendons canins. L'étude conclut que la présence d'un diastasis n'influence ni la formation d'adhérences ni l'amplitude articulaire finale. Cependant un diastasis supérieur à 3 mm a des conséquences sur les propriétés mécaniques du tendon. Une élongation supérieure à 3 mm empêche l'augmentation de la solidité de la suture au cours du temps. Par conséquent, elle diminue la charge de rupture et augmente le risque de rupture.

Les différents auteurs s'accordent sur le fait qu'un diastasis n'influence pas la mobilité articulaire finale (57,64). Cependant les effets d'une déhiscence sur la formation d'adhérences restent encore mal connus. Selon R.H. Gelberman et K.L. Silfverskiöld (63,65), la présence d'un diastasis ne favorise pas la formation d'adhérences. H. Seradge (66) établit qu'un gap de 3 mm entraîne de mauvais résultats car il augmente le recours à une ténolyse secondaire. Il conclut qu'il existe une corrélation directe entre l'incidence de ténolyse et la longueur d'une élongation. Selon T.F. Hitchcock (43), une déhiscence de 5 mm ou plus s'associe invariablement

à des adhérences. Lorsque le tendon est immobilisé en post-opératoire, il n'y a pas de diastasis (43) mais d'importantes adhérences, on peut donc considérer que la présence d'adhérences n'est pas un facteur d'élongation. De futures recherches permettront d'établir si la présence d'une élongation est réellement source d'adhérences.

Selon Hitchcock et al (43) la solidité de la suture diminue et les résultats fonctionnels sont mauvais lorsque le diastasis est supérieur ou égal à 5mm. Les différentes études s'accordent à dire qu'un diastasis supérieur à 3 - 5 mm entraîne de mauvais résultats fonctionnels. Néanmoins Silfverskiöld et al (65) et Ejeskär et Irstam (67) dans des essais cliniques décrivent de bons résultats fonctionnels avec un diastasis de 10 mm.

II.2. Force de rupture

Schuind et al (68) dans une étude in vivo ont calculé la force générée lors de la mobilisation active et passive. Lors de la mobilisation passive du poignet, une force de 0,9 à 5,9 N s'exerce sur la suture. Lors de la mobilisation passive des doigts, une force de 0,9 à 8,8 N s'exerce sur la suture. Lors de la mobilisation active du poignet, une force de 4 N s'exerce sur la suture. Lors de la mobilisation active des doigts, une force de 10 à 34 N s'exerce sur la suture.

La force de rupture varie avec le type de suture. La force de rupture est de 24 N pour une suture à 2 brins de Kessler, 38 N pour une suture à 4 brins de Lee, 53 N pour une suture à 4 brins de Savage et 84 N pour une suture à 6 brins de Savage (69). La réalisation d'une suture solide, avec une force de rupture supérieure à 35 N, permet une rééducation active en sécurité.

De nombreuses études (70–74) démontrent que les protocoles actifs correctement réalisés n'augmentent pas le taux de rupture. L'étude contrôlée randomisée de Trumble et al (51) démontre que le protocole actif de placé-tenu n'augmente pas le risque de ruptures. La revue systématique de Chesney et al (46) permet également de conclure que les protocoles actifs (placé-tenu et mobilisation active précoce) n'augmente pas le risque de rupture. Cependant, la revue systématique de Starr et al (48) met en évidence que les protocoles actifs augmentent significativement le risque de rupture. De futures études comparant le protocole de placé-tenu de la mobilisation active précoce permettraient de préciser cette divergence.

II.3. Facteurs augmentant le risque de rupture

Dans la moitié des cas (75), les ruptures sont dues à des « bêtises humaines » avec ou sans l'attelle. Les études recensent entre autres des ruptures durant des bagarres ou en grimpant aux arbres. Il arrive que la rupture ait lieu pendant le sommeil. Il est conseillé d'immobiliser les doigts en extension pendant la nuit, de cette façon les fléchisseurs ne sont pas en course interne et le risque de rupture diminue.

Il existe une catégorie de patients, les « fast movers », qui récupèrent vite (76). L'incidence des ruptures dans cette population est augmentée. Il est important que le kinésithérapeute repère cette caractéristique chez les patients. En prévention, la fréquence des séries d'exercices actifs sera diminuée dans la journée et le port de l'orthèse peut être prolongé.

Des ruptures surviennent pendant les exercices de rééducation. Les causes ne sont pas alors clairement établies. Certains auteurs imputent la rupture à des exercices actifs trop sollicitant pour la suture.

De nombreux auteurs rapportent le fort taux de rupture dans le cinquième doigt. Selon Dowd et al (77) 44 à 77% des ruptures sont au niveau du cinquième doigt. Selon Small et al (54) une lésion dans le cinquième doigt a 25% de risque de rompre secondairement, contre 9,4% dans les autres doigts. Le rééducateur devra avoir une vigilance accrue lorsque les tendons de l'auriculaires sont touchés.

II.4. Restauration de la force de préhension

La force de préhension se mesure lors du bilan final à l'aide d'un dynamomètre. Elle s'exprime alors par rapport à une valeur normative (selon le sexe, l'âge et la main dominante) ou par rapport à la force de la main controlatérale.

Peu d'études incluent la force de préhension dans leurs paramètres d'évaluation. Seuls, Baktir et al (78) ont comparé la force de préhension à un an post-opératoire après rééducation par le protocole de Kleinert et par le protocole de mobilisation active précoce. Les patients ayant eu une rééducation passive retrouvent une force de préhension égale à 84% de celle de la main non atteinte. Les patients ayant eu une rééducation active retrouvent 90% de force de préhension par rapport à la main controlatérale. Cette différence est statistiquement significative. Cependant un seul essai clinique ne peut permettre d'affirmer la supériorité du protocole actif sur le protocole passif. D'autant plus que la récupération de la force de préhension dépend de nombreux facteurs qui ne sont pas là étudiés. On notera entre autres le nombre de doigts atteints, l'âge et le travail manuel.

III. Confrontation des protocoles passifs et actifs

Les études montrent que les protocoles actifs permettent une meilleure récupération fonctionnelle des fléchisseurs des doigts. Cependant, le risque de rupture serait augmenté. La chirurgie détermine la solidité de la suture en post-opératoire. Le choix du protocole doit se faire en fonction du type de suture réalisée. De plus, le contexte de blessure influence le type de rééducation à choisir. Une section nette du tendon, sans lésions associées est de meilleur pronostique qu'une blessure par écrasement avec atteinte des pédicules vasculo-nerveux.

D'un point de vue biologique, la capacité de cicatrisation varie d'un individu à l'autre. De plus, l'hygiène de vie impacte sur le processus de guérison. Un patient actif avec une bonne alimentation a un meilleur potentiel cicatriciel qu'un patient sédentaire et fumeur. Si le tabac a un effet délétère sur les processus de cicatrisation, les différentes études (51,75) ne sont pas en accord sur l'influence du tabac sur le pronostic fonctionnel dans la réparation des tendons des fléchisseurs des doigts.

L'âge du patient est un facteur pronostique. En vieillissant, la vascularisation s'appauvrit et le renouvellement cellulaire des ténocytes diminue (79). Les résultats fonctionnels sont statistiquement moins bons après 35 ans (80).

L'accessibilité aux soins constitue un facteur essentiel. Edinburg et al (81) et J. Braga-Silva (82) dans des essais cliniques en Afrique du Sud et au Brésil décrivent le manque de kinésithérapeutes qui complique la rééducation. Dans ces conditions, l'apprentissage de l'auto-rééducation est primordial. Edinburg et al obtiennent malgré tout 61% de bons et excellents résultats avec le protocole de Kleinert modifié et J. Braga-Silva 81,5% de bons résultats avec le protocole de mobilisation active précoce. De surcroît, les études soulignent l'importance des kinésithérapeutes spécialisés dans la rééducation de la main. En effet, les résultats fonctionnels sont statistiquement supérieurs lorsque les patients sont suivis par un rééducateur expérimenté (51).

L'équipe de Chow et al (83) obtient d'excellents résultats en appliquant le protocole de Kleinert modifié (avec barre palmaire). Selon le système de Strickland original, ils obtiennent 98% d'excellents et bons résultats (respectivement 80% et 16%). Les patients sont tous militaires et leur prise en charge est réalisée dans un centre médical de l'armée américaine. Les patients sont tous coopérants et assidus dans leur auto-rééducation. De plus ils disposent d'un suivi hebdomadaire dans un service spécialisé. Dans des conditions optimales, de très bons résultats peuvent être attendus. Cette situation est exceptionnelle mais elle constitue un précédent.

A l'heure actuelle, aucun protocole ne constitue le « gold standard » dans la rééducation des tendons des fléchisseurs des doigts. Cependant, les études récentes montrent une efficacité supérieure des protocoles actifs. De plus, Trumble et al (51) montrent que les patients ayant eu une rééducative active sont plus satisfaits des résultats et reprennent le travail plus précocement. Cette dernière notion est importante car elle permet une réduction du coût de la prise en charge.

La décision du protocole de rééducation revient au chirurgien. Au cas par cas, selon le contexte de la blessure, l'étendue des lésions, la chirurgie réalisée, les capacités du patient à réaliser son auto-rééducation et l'accessibilité aux soins, le chirurgien prescrit le protocole le plus adapté au patient. K.M. Pettengill (28) décrit ainsi la nécessité de choisir un protocole correspondant aux besoins du patient. Selon elle, un patient avec une coupure nette mais diabétique avec des antécédents de mauvaise cicatrisation bénéficiera d'une meilleure récupération avec un protocole passif. Dans un autre cas, pour un patient avec une suture solide et un risque important de développer des adhésions, il sera plus judicieux de prescrire un protocole actif.

Lors de ma prise en charge, l'application du protocole du placé-tenu est un choix adapté. La patiente est jeune, a eu une section nette du fléchisseur profond des doigts et a bénéficié d'une suture solide.

Le kinésithérapeute doit avoir un jugement éclairé devant chaque patient ayant eu une lésion des tendons des fléchisseurs des doigts. Une bonne analyse de la situation permet d'adapter correctement les techniques kinésithérapiques. En pratique, le kinésithérapeute utilise en association les techniques passives et actives afin de construire un programme adapté à chaque patient.

CONCLUSION

La rééducation des tendons des fléchisseurs des doigts nécessite un dialogue entre le chirurgien et le kinésithérapeute. De cette façon, le chirurgien éclaire le rééducateur sur son choix de protocole selon la situation du patient. En retour, le kinésithérapeute doit informer le chirurgien de l'efficacité ou non de la rééducation. Un dialogue ouvert améliore la prise en charge. Le développement des centres SOS Mains en France constitue un réel progrès car il permet une prise en charge pluridisciplinaire.

Le kinésithérapeute de la main doit se tenir informé de l'évolution des connaissances en rééducation de la main. Il doit garder un jugement critique et savoir remettre ses pratiques en question. De cette façon, il offre au patient la meilleure rééducation possible.

Que cela soit dans les protocoles passifs ou actifs, l'auto-rééducation est essentielle pour retrouver de bonnes capacités fonctionnelles. L'auto-rééducation doit avoir un sens pour le patient, il est important de lui en expliquer les bénéfices. Le kinésithérapeute doit assurer l'apprentissage de l'auto-rééducation et veiller à ce que les consignes soient bien comprises. Régulièrement, au cours des séances, le rééducateur s'assure de la bonne réalisation des techniques enseignées. De plus, les plaquettes illustrées et les autres supports d'éducation thérapeutique sont des outils à exploiter pour renforcer l'efficacité de l'auto-rééducation.

Chaque service spécialisé dans la main se doit d'avoir de tels supports. Leur distribution dans les cabinets libéraux peut être une porte vers l'amélioration des résultats fonctionnels lors de la prise en charge par des kinésithérapeutes non spécialisés.

L'objectif de ce mémoire était de confronter l'efficacité des protocoles passifs avec celle des protocoles actifs. La multitude des systèmes d'évaluation rend la comparaison des résultats difficiles. Cependant, les études actuelles indiquent que les protocoles actifs offrent de meilleurs résultats fonctionnels sans augmenter le risque de rupture secondaire.

Pour améliorer le niveau de preuve des études il est nécessaire d'harmoniser, au niveau international, le système d'évaluation des résultats. Un système unique permet d'améliorer la fiabilité des comparaisons. Il sera alors possible d'analyser l'ensemble des études de façon uniforme dans une revue systématique. De plus, l'unique questionnaire en place, le DASH n'est pas adapté à la rééducation des tendons des fléchisseurs. L'absence d'un questionnaire ciblé sur cette prise en charge est déplorable. De futurs travaux sur la création d'un questionnaire fiable sont à réaliser.

La littérature met en évidence une efficacité supérieure des protocoles actifs. Les études apportent la preuve que la rééducation active donne de meilleurs résultats fonctionnels. Les résultats des études divergent lorsqu'il est question de l'augmentation du taux de rupture avec les protocoles actifs. Il est néanmoins établi que dans de bonnes conditions ce risque n'est pas augmenté. Il revient alors au praticien d'ajuster ses techniques à chaque patient. Le kinésithérapeute doit grâce à ses connaissances choisir la technique la plus adaptée pour donner de meilleures possibilités de récupération au patient.

Il est bon de préciser que la distinction entre la mobilisation active précoce et le protocole du placé-tenu est rarement faite. Des recherches expérimentales et cliniques étudiant précisément les effets de ces deux protocoles permettront d'améliorer nos connaissances. De plus, une étude contrôlée randomisée comparant directement l'efficacité de ces deux protocoles permettra un choix éclairé de la méthode de rééducation.

De nombreuses recherches sont en cours sur l'amélioration des processus de cicatrisation. L'utilisation de facteurs biochimiques tels que les facteurs de croissance pourrait constituer une réelle avancée dans la prise en charge des lésions des tendons dans les années à venir.

Pour finir, je parlerai des attelles permettant les mouvements synergiques du poignet. Si les exercices sollicitant l'effet ténodèse, hors de l'attelle, sont inclus aux protocoles, la réalisation d'une attelle articulée permettant les mouvements synergiques du poignet et rare. Cela peut s'expliquer par la difficulté technique de sa réalisation et l'augmentation de son coût. De nombreuses études ont mis en évidence. Cependant les études récentes montrent qu'une telle attelle permet de très bons résultats fonctionnels. Il est donc important de former les kinésithérapeutes et les orthésistes à la fabrication de cette attelle. Les recherches ont pour but la mise en application clinique de leurs résultats ; cela permet d'avoir une pratique basée sur les preuves.

La réalisation de ce mémoire m'a appris beaucoup sur la prise en charge des tendons des fléchisseurs. C'est un sujet passionnant et des progrès sont encore à réaliser. La recherche doit continuer.

BIBLIOGRAPHIE

1. C. Verdan, J. Michon. Le traitement des plaies des tendons des fléchisseurs des doigts. Rev Chir Orthopédique Réparatrice Appar Mot. 1961;47:290‑6.

2. Rispler D, Greenwald D, Shumway S, Allan C, Mass D. Efficiency of the flexor tendon pulley system in human cadaver hands. J Hand Surg. 1996;21(3):444‑50.

3. JR. Doyle, WF. Blythe. The finger flexor tendon sheath and pulleys : anatomy and reconstruction. In: AAOS Symposium on Tendon Surgery in the Hand. St Louis: The CV Mosby; 1975. p. 81‑7.

4. JM. Hunter. Anatomy of flexor tendons-pulley, vincular, synovia and vascular strutures. In: Kaplan's Functional and Surgical Anatomy of the Hand. 3ème éditition. Philadelphia: Lippincott & Wilkins; 1984. p. 65‑92.

5. PR Mankse, PA. Lesker. Palmar aponeurosis pulley. J Hand Surg. mai 1983;8(3):259‑63.

6. JR. Doyle. Anatomy of the flexor tendon sheath and pulley system: A current review. J Hand Surg. mars 1989;14(2):349‑51.

7. Bojsen-Moller F, Schmidt L. The palmar aponeurosis and the central spaces of the hand. J Anat. 1974;117(Pt 1):55.

8. Michel Merle, Gilles Dautel. Lésions des tendons fléchisseurs : Anatomie, biomécanique et nutrition. In: La main traumatique. 3ème éd. Masson; p. Chapitre 10 : 229‑34.

9. F. Moutet. Les poulies de l'appareil fléchisseur : anatomie, pathologies, traitement. Chir Main. janv 2003;22(1):1‑12.

10. Strickland JW. The Scientific Basis for Advances in Flexor Tendon Surgery. J Hand Ther. avr 2005;18(2):94‑110.

11. Savage R. The influence of wrist position on the minimum force required for active movement of the interphalangeal joints. J Hand Surg Br Eur Vol. 1988;13(3):262‑8.

12. G. Lundborg. The microcirculation in rabbit tendon: In vivo studies after mobilisation and transection. The Hand. févr 1975;7(1):1‑10.

13. G. Lundborg. Chirurgie des tendons - Nutrition des tendons fléchisseurs. In: Traité de chirurgie de la main. Masson; 1986. p. 62‑74.

14. Leversedge FJ, K. Ditsios, C.A. Goldfarb, M.J. Silva. Vascular anatomy of the human flexor digitorum profundus tendon insertion. J Hand Surg. sept 2002;27(5):806‑12.

15. Raoul Tubiana. Chirurgie des tendons - Considérations anatomo-pathologiques et biologiques. In: Traité de chirurgie de la main. Masson; 1986. p. 51‑61.

16. Boyer MI, Strickland JW, Engles DR, Sachar K, Leversedge FJ. Flexor tendon repair and rehabilitation. J Bone Jt Surg Am. 2002;84(9):1684‑706.

17. Manske PR. Flexor tendon healing. J Hand Surg Br Eur Vol. 1988;13(3):237‑45.

18. Tang JB. Flexor tendon repair in zone 2C. J Hand Surg Br Eur Vol. 1994;19(1):72‑5.

19. Weber ER. La réparation des tendons fléchisseurs dans le canal digital : rôle nutritionnel du liquide synovial. In: Traité de chirurgie de la main. Masson; 1986. p. 209‑14.

20. Lundborg G, Rank F. Experimental intrinsic healing of flexor tendons based upon synovial fluid nutrition. J Hand Surg. janv 1978;3(1):21‑31.

21. Sammer DM, Chung KC. Advances in the healing of flexor tendon injuries: Tendon healing. Wound Repair Regen. mai 2014;22:25‑9.

22. Strickland JW. Flexor tendon injuries : I. Foundations of Treatment. J Am Acad Orthop Surg. 1995;3:44‑54.

23. Amadio PC. Friction of the gliding surface: implications for tendon surgery and rehabilitation. J Hand Ther. 2005;18(2):112‑9.

24. Savage R. In vitro studies of a new method of flexor tendon repair. J Hand Surg Br Eur Vol. 1985;10(2):135‑41.

25. Silfverskiöd KL, Andersson CH. Two new methods of tendon repair : an in vitro evaluation of tensile strength and gap formation. J Hand Surg. janv 1993;18(1):58‑65.

26. Michel Merle, Gilles Dautel. Lésions des tendons fléchisseurs : Méthodes de traitement. In: La main traumatique. 3ème éd. Masson; p. Chapitre 10 : 237‑46.

27. Aoki M, Manske PR, Pruitt DL, Larson BJ. Work of flexion after tendon repair with various suture methods A human cadaveric study. J Hand Surg Br Eur Vol. 1995;20(3):310‑3.

28. Pettengill KM. The Evolution of Early Mobilization of the Repaired Flexor Tendon. J Hand Ther. avr 2005;18(2):157‑68.

29. Tang JB, Cao Y. Effects of Tension Direction on Strength of Tendon Repair. J Hand Surg. nov 2001;26(6):1105‑10.

30. Halikis MN, Manske PR, Kubota H, Aoki M. Effects of Immobilization, Immediate Mobilization, and Delayed Mobilization on the Resistance to Digital Flexion using a tendon injury model. J Hand Surg. mai 1997;22(3):464‑72.

31. Griffin M, Hindocha S, Jordan D, Saleh M, Khan W. An overview of the management of flexor tendon injuries. Open Orthop J [Internet]. 2012 [cité 10 avr 2016];6(1). Disponible sur: http://benthamopen.com/FULLTEXT/TOORTHJ-6-28

32. Zhao C, Amadio PC, Zobitz ME, An K-N. Resection of the flexor digitorum superficialis reduces gliding resistance after zone II flexor digitorum profundus repair in vitro. J Hand Surg. mars 2002;27(2):316‑21.

33. Young RES, Harmon JM. Repair of tendon injuries of the hand. Ann Surg. 1960;151(4):562.

34. Gelberman RH, Amifl D, Gonsalves M, Woo S, Akeson WH. The influence of protected passive mobilization on the healing of flexor tendons: a biochemical and microangiographic study. The Hand. 1981;(2):120‑8.

35. Gelberman RH, Woo SL., Lothringer K. Effects of early intermittent passive mobilization on healing canine flexor tendons. J Hand Surg. mars 1982;7(2):170‑5.

36. Slattery PG, McGrouther DA. A modified Kleinert controlled mobilization splint following flexor tendon repair. J Hand Surg Br Eur Vol. 1984;9(2):217‑8.

37. McGrouther DA, Ahmed MR. Flexor tendon excursions in « no-man's land ». The Hand. 1981;(2):129‑41.

38. Silfverskiöld KL, May EJ, Törnvall AH. Tendon excursions after flexor tendon repair in zone II: results with a new controlled-motion program. J Hand Surg. 1993;18(3):403‑10.

39. Chow JA, Thomes IJ, Dovelle S. A combined regimen of controlled motion following flexor tendon repair in « No Man's Land ». Plast Reconstr Surg. 79:447‑53.

40. Cooney WP, Lin GT, An K-N. Improved tendon excursion following flexor tendon repair. J Hand Ther. 1989;2(2):102‑6.

41. Silfverskiöld KL, May EJ. Flexor tendon repair in zone II with a new suture technique and an early mobilization program combining passive and active flexion. J Hand Surg. 1994;19(1):53‑60.

42. Mason ML, Allen HS. The rate of healing of tendons: an experimental study of tensile strength. Ann Surg. 1941;113(3):424.

43. Hitchcock TF, Light TR, Bunch WH, Knight GW, Sartori MJ. The effect of immediate constrained digital motion on the strength of flexor tendon repairs in chickens. J Hand Surg. juill 1987;12(4):590‑5.

44. Dy CJ, Hernandez-Soria A, Ma Y, Roberts TR, Daluiski A. Complications After Flexor Tendon Repair: A Systematic Review and Meta-Analysis. J Hand Surg. mars 2012;37(3):543‑51.e1.

45. Libberecht K, Lafaire C, Van Hee R. Evaluation and functional assessment of flexor tendon repair in the hand. Acta Chir Belg. 2006;106(5):560.

46. Chesney A, Chauhan A, Kattan A, Farrokhyar F, Thoma A. Systematic Review of Flexor Tendon Rehabilitation Protocols in Zone II of the Hand: Plast Reconstr Surg. avr

2011;127(4):1583‑92.

47. Slim K, Nini E, Forestier D, Kwiatkowski F, Panis Y, Chipponi J. Methodological index for non-randomized studies (MINORS): development and validation of a new instrument. ANZ J Surg. 2003;73(9):712‑6.

48. Starr HM, Snoddy M, Hammond KE, Seiler JG. Flexor Tendon Repair Rehabilitation Protocols: A Systematic Review. J Hand Surg. sept 2013;38(9):1712‑7.e14.

49. Moher D, Liberati A, Tetzlaff J, Altman DG. Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: The PRISMA statement. Int J Surg. 2010;8(5):336‑41.

50. Savage R, Risitano G. Flexor tendon repair using a « six strand » method of repair and early active mobilisation. J Hand Surg Br Eur Vol. 1989;14(4):396‑9.

51. Trumble TE, Vedder NB, Seiler JG, Hanel DP, Diao E, Pettrone S. Zone-II Flexor Tendon Repair : A Randomized Prospective Trial of Active Place-and-Hold Therapy Compared with Passive Motion Therapy. J Bone Jt Surg. 2010;92:1381‑9.

52. Duran RJ, Houser RC. Controlled passive motion following flexor tendon repair in zones 2 and 3. In: AAOS Symposium on Tendon Surgery in the Hand. St Louis: The CV Mosby; 1975. p. 105‑14.

53. Gelberman RH, Botte MJ, Spiegelman JJ, Akeson WH. The excursion and deformation of repaired flexor tendons trated with protect early motion. J Hand Surg. janv 1986;11(1):106‑10.

54. Small JO, Brennen MD, Colville J. Early active mobilisation following flexor tendon repair in zone 2. J Hand Surg Br Eur Vol. 1989;14(4):383‑91.

55. Silva MJ, Brodt MD, Boyer MI, Morris TS, Dinopoulos H, Amiel D, et al. Effects of increased in vivo excursion on digital range of motion and tendon strength following flexor tendon repair. J Orthop Res. 1 sept 1999;17(5):777‑83.

56. Horii E, Lin GT, Cooney WP, Linscheid RL, An KN. Comparative flexor tendon excursion after passive mobilization: An in vitro study. J Hand Surg. 1 mai 1992;17(3):559‑66.

57. Hagberg L, Selvik G. Tendon excursion and dehiscence during early controlled mobilization after flexor tendon repair in zone II : an x-ray stereophotogrammetric analysis. J Hand Surg. juill 1991;16(4):669‑80.

58. Su F-C, Chou YL, Yang CS, Lin GT, An KN. Movement of finger joints induced by synergistic wrist motion. Clin Biomech. juin 2005;20(5):491‑7.

59. Klein L. Early active motion flexor tendon protocol using one splint. J Hand Ther. 2003;16(3):199‑206.

60. Boyer MI, Goldfarb CA, Gelberman RH. Recent Progress in Flexor Tendon Healing. The Modulation of Tendon Healing with Rehabilitation Variables. J Hand Ther. avr

2005;18(2):80‑5.

61. Lieber RL, Amiel D, Kaufman KR, Whitney J, Gelberman RH. Relationship between joint motion and flexor tendon force in the canine forelimb. J Hand Surg. nov 1996;21(6):957‑62.

62. Evans RB, Thompson DE. The application of force to the healing tendon. J Hand Ther. 1993;6(4):266‑84.

63. Gelberman RH, Boyer MI, Brodt MD, Winters SC, Silva MJ. The Effect of Gap Formation at the Repair Site on the Strength and Excursion of Intrasynovial Flexor Tendons. An experimental study on the early stages of tendon-healing in dogs. J Bone Jt Surg. 1999;81(7):975‑82.

64. Silva MJ, Boyer MI, Gelberman RH. Recent progress in flexor tendon healing. J Orthop Sci. 2002;7(4):508‑14.

65. Silfverskiöld KL, May EJ, Törnvall AH. Gap formation during controlled motion after flexor tendon repair in zone II : a prospective clinical study. J Hand Surg. mai 1992;17(3):539‑46.

66. Seradge H. Elongation of the repair configuration following flexor tendon repair. J Hand Surg. mars 1983;8(2):182‑5.

67. Ejeskär A, Irstam L. Elongation in profundus tendon repair. Scand J Plast Reconstr Surg. 1981;15(1):61‑8.

68. Schuind F, Garcia-Elias M, Cooney WP, An K-N. Flexor tendon forces: in vivo measurements. J Hand Surg. 1992;17(2):291‑8.

69. Noguchi M, Seiler JG, Gelberman RH, Sofranko RA, Woo SL-Y. In vitro biomechanical analysis of suture methods for flexor tendon repair. J Orthop Res. 1 juill 1993;11(4):603‑11.

70. D. Graf, M. Papaloïzos, N. Borisch, D. Della Santa. Intérêt de la mobilisation en flexion active protégée après suture des tendons fléchisseurs en zone 2. Chir Main. 2001;458‑65.

71. D. Elliot, N.S. Moiemen, A.F.S. Flemming, S.B. Harris, A.J. Foster. The rupture rate of acute flexor tendon repairs mobilized by the controlled active motion regimen. J Hand Surg Br Eur Vol. oct 1994;19(5):607‑12.

72. Kitsis CK, Wade PJF, and al. Controlled active motion following primary flexor tendon repair: a prospective study over 9 years. J Hand Surg Br Eur Vol. 1998;23(3):344‑9.

73. Riaz M, Hill C, Khan K, Small JO. Long term outcome of early active mobilization following flexor tendon repair in zone 2. J Hand Surg Br Eur Vol. 1999;24(2):157‑60.

74. Fereydoun Layeghi, Maryam Farzad. Comparison of Early Active and Passive Post-operative Mobilization of Flexor Tendon in Zone 2. Editor BOARD. 2012;10(16):37.

75. Harris SB, Harris D, Foster AJ, Elliot D. The aetiology of acute rupture of flexor tendon repairs in zones 1 and 2 of the fingers during early mobilization. J Hand Surg Br Eur Vol. 1999;24(3):275‑80.

76. Cullen KW, Tolhurst P, Lang D, Page RE. Flexor tendon repair in zone 2 followed by controlled active mobilisation. J Hand Surg Br Eur Vol. 1989;14(4):392‑5.

77. Dowd MB, Figus A, Harris SB, Southgate CM, Foster AJ, Elliot D. The results of immediate re-repair of zone 1 and 2 primary flexor tendon repairs which rupture. J Hand Surg Br Eur Vol. 2006;31(5):507‑13.

78. Baktir A, Türk CY, Kabak Ş, Şahin V, Kardaş Y. Flexor tendon repair in zone 2 followed by early active mobilization. J Hand Surg Br Eur Vol. 1996;21(5):624‑8.

79. Ruzzini L, Abbruzzese F, Rainer A, Longo UG, Trombetta M, Maffulli N, et al. Characterization of age-related changes of tendon stem cells from adult human tendons. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc. nov 2014;22(11):2856‑66.

80. Yuste V, Delgado J, Silva M, Lopez P, Rodrigo J. Influence of patient and injury-related factors in the outcomes of primary flexor tendon repair. Eur J Plast Surg. févr 2015;38(1):49‑54.

81. M. Edinburg, A.D. Widgerow, S.L. Biddulph. Early postoperative mobilization of flexor tendon injuries using a modification of the Kleinert technique. J Hand Surg. janv 1987;12(1):34‑8.

82. Braga-Silva J, Kuyven CRM. Early active mobilization after flexor tendon repairs in zone two. Chir Main. juin 2005;24(3-4):165‑8.

83. Chow JA, Thomes LJ, Dovelle S, Monsivais J, Milnor WH, Jackson JP. Controlled motion rehabilitation after flexor tendon repair and grafting. A multi-centre study. J Bone Jt Surg. 1988;70B(4):591‑5.

ICONOGRAPHIE

Figure 1 : Les zones topographiques. Source : Michel Merle, Gilles Dautel. Lésions des tendons fléchisseurs : Anatomie, biomécanique et nutrition. In: La main traumatique. 3ème éd. Masson; p. Chapitre 10 : 229‑ 34.

Figure 2 : Les gaines synoviales. Source : Michel Merle, Gilles Dautel. Lésions des tendons fléchisseurs : Anatomie, biomécanique et nutrition. In: La main traumatique. 3ème éd. Masson; p. Chapitre 10 : 229‑ 34.

Figure 3 : Les poulies de l'appareil fléchisseur des doigts longs. Source : Strickland JW. The Scientific Basis for Advances in Flexor Tendon Surgery. J Hand Ther. avr 2005;18(2):94‑ 110.

Figure 4 : The relation of active and passive muscle tension length (adapted from Keele and Guyton). Source : Savage R. The influence of wrist position on the minimum force required for active movement of the interphalangeal joints. J Hand Surg Br Eur Vol. 1988;13(3):262‑ 8.

Figure 5 : Les vinculas. Source : Strickland JW. The Scientific Basis for Advances in Flexor Tendon Surgery. J Hand Ther. avr 2005;18(2):94‑ 110.

Figure 6 : Pompe synoviale décrite par Weber. Source : Raoul Tubiana. Lésions des tendons des fléchisseurs. In: Traité de chirurgie de la main. Masson; 1986. p. 51‑ 61.

LES ANNEXES

Annexe I : Anatomie des fléchisseurs superficiel et profond des doigts 39

Annexe II : Les sutures tendineuses 40

Annexe III : Les surjets épitendineux 41

Annexe IV : Les différentes phases du protocole de Duran 42

Annexe V : Les méthodes d'évaluation 43

Annexe VI : Compte rendu opératoire 45

Annexe VII : Bilan articulaire initial 46

Annexe VIII : Prescription du protocole de rééducation 47

Annexe IX : Bilan articulaire final 48

Annexe X : Résumé des 15 études inclues dans la revue systématique : « Systematic Review of Flexor Tendon Rehabilitation Protocols in zone II of the Hand » 49

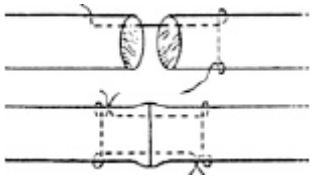
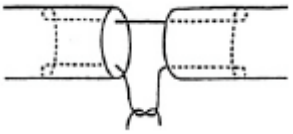
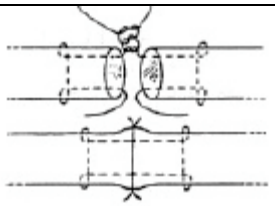
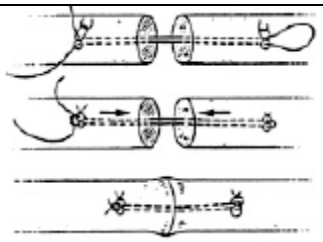
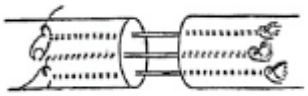
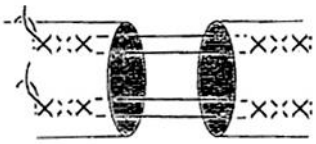
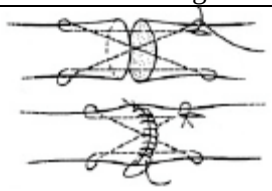
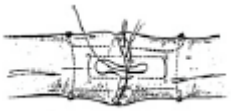
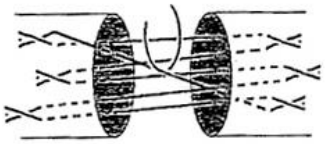
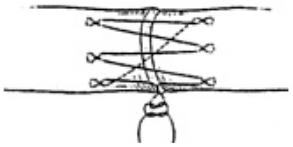
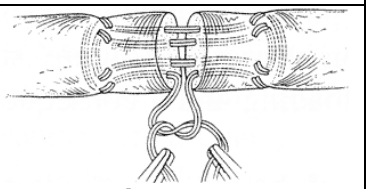
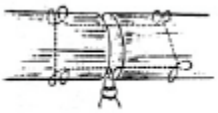
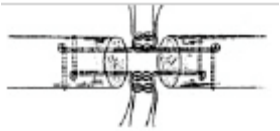
Annexe XI : Représentation du glissement tendineux en zone II en fonction des protocoles de rééducation 51

Annexe I : Anatomie des fléchisseurs superficiel et profond des doigts

	Fléchisseur superficiel des doigts (FSD)	**Fléchisseur profond des doigts (FPD)**
Origine	- Epicondyle médial de l'humérus - Faisceau moyen du ligament collatéral ulnaire - Face antérieure de l'extrémité supérieure de l'ulna - Partie supérieure du radius	- Faces antérieure et médiale de l'ulna - Membrane interosseuse
Trajet	Se divise en 4 chefs dans le plan superficiel de la loge antérieure de l'avant-bras. Les 4 tendons passent dans le canal carpien et pénètre dans les gaines digitales. Au niveau de P1, le tendon est perforé par le FPD Au niveau de l'IPP, les fibres perforées se regroupent en chiasma.	Se divise en 4 chefs dans le plan profond de la loge antérieure de l'avant-bras. Les 4 tendons passent dans le canal carpien et les gaines digitales en arrière des tendons du FSD. Au niveau de P1, le tendon perfore le tendon du FSD.
Terminaison	Par 2 bandelettes sur la face palmaire de la diaphyse de P2 des quatre doigts	A la face palmaire de la base de P3 des quatre doigts
Innervation	Nerf médian C_7 C_8 T_1	Nerf médian C_8 T_1 pour les deux chefs latéraux Nerf ulnaire C_8 T_1 pour les deux chefs médiaux
Vascularisation	Artères radiale et ulnaire	Artère ulnaire
Action statique	- Renfort médial de la capsule articulaire du coude - Stabilisation de l'IPP par le chiasma	Stabilisation de l'IPD
Action dynamique	- Flexion de l'IPP - Flexion du poignet	- Flexion de l'IPP et de l'IPD - Flexion du poignet

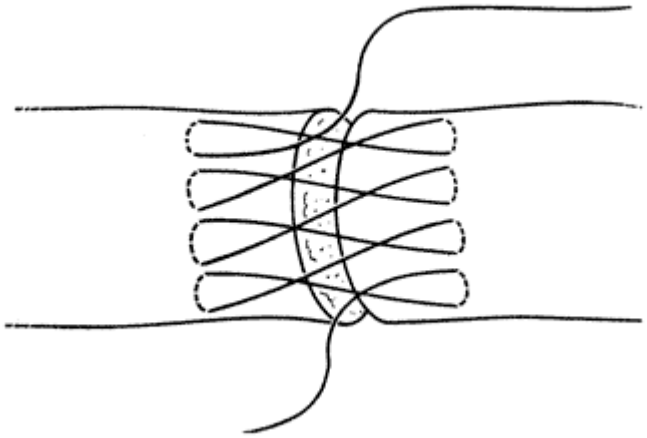
Notes : P1 : première phalange ; P2 : deuxième phalange ; P2 : troisième phalange ; IPP : articulation interphalangienne proximale ; IPD : articulation interphalangienne distale

Annexe II : Les sutures tendineuses

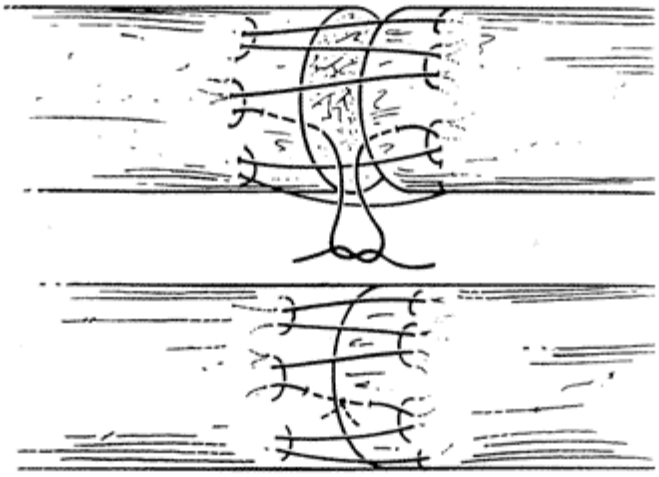
 Suture de Kessler	 Suture de Kessler modifiée	 Suture de Kessler Tajima
Suture de Bunnel	 Suture de Tsuge	 Suture de Tang : Triple Tsuge
 Suture 4 brins de Becker	 Suture 4 brins en croix	 Suture 4 brins : Indiana repair
 Suture 6 brins de Savage	 Single-cross grasp 6 brands	 Suture 8 brins : 4 passages d'un fil double
 Double grasping	 Double loop	Suture en biseau de Becker

Source : Strickland JW. The Scientific Basis for Advances in Flexor Tendon Surgery. J Hand Ther. avr 2005;18(2):94‑110.

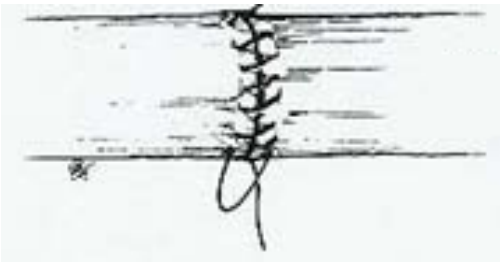
Annexe III : Les surjets épitendineux



Surjet épitendineux croisé



Surjet épitendineux bloqué



Surjet épitendineux circonférentiel

Source : Strickland JW. The Scientific Basis for Advances in Flexor Tendon Surgery. J Hand Ther. avr 2005;18(2):94‑110.

Annexe IV : Les différentes phases du protocole de Duran

De J4 à J28

Aucune mobilisation active du doigt n'est autorisée. Lors des séances de rééducation, le kinésithérapeute réalise 10 fois les mouvements suivants :

- Mobilisation passive de l'IPD en enroulement total suivie d'une extension passive avec le poignet, la MCP et l'IPP maintenus en flexion.
- Mobilisation passive de l'IPP en enroulement total suivie d'une extension passive avec le poignet et la MCP maintenus en flexion, l'IPD est laissée libre.
- Mobilisation passive de la MCP en enroulement total suivie d'une extension passive avec le poignet, l'IPP et l'IPD maintenus en flexion.
- Mobilisation passive du poignet entre 30° de flexion et 30° d'extension, les doigts étant passivement maintenus en enroulement global.

De plus, le kinésithérapeute enseigne au patient l'auto-rééducation. Il veille à la bonne compréhension des consignes. Toutes les mobilisations faites par le patient sont en passif. Il mobilise le doigt lésé en flexion, en analytique et en global. Il le mobilise ensuite en extension, une articulation après l'autre.

De J29 à J35 (cinquième semaine)

- Flexion passive analytique et globale de toutes les chaînes digitales.
- Début de la flexion active sans résistance ou active-aidée en global.
- Extension passive et active de chaque articulation, en analytique.

De J36 à J42 (sixième semaine)

- Retrait de l'orthèse en journée.
- Mobilisations passives en flexion et en extension.
- Flexion active en analytique et en global, travail du FSD et du FPD en synergie.
- Extension analytique et globale.

De J43 à J80 (de la septième à la douzième semaine)

- Retrait définitif de l'orthèse.
- Flexion active contre résistance manuelle progressive, dissociation du FSD et du FPD.
- Extension active globale.
- Etirement de l'IPP si présence de flessum.

Annexe V : Les méthodes d'évaluation

Totale active motion

L'évaluateur additionne les amplitudes de flexion active des articulation métacarpo-phalangienne, interphalangienne proximale et interphalangienne distale du doigt lésé. A cette somme il soustrait la somme des éventuels déficits d'extension active des trois articulations. Le résultat final donne le TAM. Le TAM du doigt lésé est exprimé en pourcentage du TAM du doigt controlatéral. La classification se fait selon le pourcentage obtenu :

Résultats	Excellent	Bon	Moyen	Mauvais
	100%	75-99%	50-74%	<50%

Méthode de Kleinert

Aussi connue comme la méthode de Lister ou la méthode de Louisville, elle comprend deux paramètres :

Résultats	Déficit de flexion : DPPPD	Déficit d'extension
Excellent	<1 cm	<15°
Bon	1-1,5 cm	15-30°
Moyen	1,6-3 cm	30-50°
Mauvais	> 3 cm	>50°

Notes : DPPPD : distance pulpe – pli palmaire distal

Méthode de Strickland

L'évaluateur fait la somme des amplitudes de flexion active des interphalangienne et y soustrait la somme des déficits d'extension. Le résultat n'est pas comparé au côté controlatéral mais à une norme de 175°. Le résultat est donné en pourcentage selon la formule :

$$\frac{\text{flexion active IPP + IPD} - \text{déficit d'extension IPP + IPD} \times 100}{175}$$

.

La classification se fait selon le pourcentage obtenu :

Résultats	Excellent	Bon	Moyen	Mauvais
Pourcentage de mobilité normale	85-100%	70-84%	50-69%	<50%

Méthode de Strickland modifiée

Cette méthode utilise le même calcul que sa version originale. La classification, moins sévère, se fait selon le pourcentage obtenu :

Résultats	Excellent	Bon	Moyen	Mauvais
Pourcentage de mobilité normale	75-100%	50-74%	24-49%	<24%

Méthode de Buck-Gramcko

Cette méthode est basée sur un système de cotation calculée à partir de quatre paramètres.

Paramètres	DPPPD en flexion		Flexion MP +IPP +IPD		Déficit d'extension MP + IPP + IPD		TAM	
	Résultats	Cotation	Résultats	Cotation	Résultats	Cotation	Résultat	Cotation
	0-2,5cm	3	>200°	3	0-30°	3	>160°	3
	2,5-4cm	2	>180°	2	31-50°	2	>140°	2
	4-6cm	1	>150°	1	51-70°	1	>120°	1
	<6cm	0	<150°	0	>70°	0	<120°	0

Notes : DPPPD : distance pulpe – pli palmaire ; MP : articulation métacarpo-phalangienne ; IPP : articulation interphalangienne proximale ; IPD : articulation interphalangienne distale ; TAM : totale active motion

La classification se fait selon la somme des cotations obtenues :

Résultats	Excellent	Bon	Moyen	Mauvais
Cotations	14-15	11-13	7-10	0-6

Annexe VI : Compte rendu opératoire

BCRM de Brest
HIA "CLERMONT - TONNERRE"
CC 41 - 29240 BREST cedex 9 - ☎02.98.43.70.00

SERVICE DE CHIRURGIE ORTHOPEDIQUE ET TRAUMATOLOGIQUE

COMPTE RENDU OPERATOIRE

Date : 10/03/2015 **N°**

NOM : [redacted]

Prénom : [redacted]

Date de Naissance : 06/04/1997

EQUIPE CHIRURGICALE	**EQUIPE D'ANESTHESIE**
Chirurgien : ANDRO	**Médecin(s) Anesthésiste(s)** : LEGULUCHE
Aide(s) chirurgien(s) : DUBOURNEAU	**Infirmier Anesthésiste** :
Infirmier instrumentiste :	**Type d'anesthésie** : ALR

RESUME CLINIQUE : Patiente de 17 ans droitière élève à l'école; des mousse, victime d'une plaie par couteau de D5 droit dimanche (48h), à la face palmaire de l'interphalangienne proximale mesurant 5 mm, avec un déficit fonctionnel du fléchisseur profond et des paresthésie dans les deux hémipulpes.

TITRE DE L'INTERVENTION : suture du fléchisseur profond D5 droit en zone II.

PROTOCOLE OPERATOIRE :
sous ALR sous garrot 80 min
check list HAS faite
grossissement optique 4.5
debridement de la plaie en ligne brisée; parage à minima en cutané.
expostion du canal digital et des deux pédicules. pas de lésions vasculo nerveuse.
section complète du tendon fléchisseur profond dont la portion proximale est rétractée. la portion distale se situe en aval de la poulie A4 et la portion distale est trop courte pour la faire passer sous A4. le doigt devait être en flexion et le couteau incliné vers la partie distale lors du traumatisme.
on récupére la portion proximale par massage que l'on passe sous A4 par un fils tracteur.
suture par point de Maclarney au prolène 4.0 et deux hemisurjet proléne 6.0. plastie d'agrandissement de A4.
lavage
fermeture sans drainage
points séparés ethylon5.0 à la peau
pansement de main

SPO : orthèse et rééducation

Traçabilité de la dosimétrie :
BV PULSERA 01JOFK279 (appareil non numéroté modèle unique)

Annexe VII : Bilan articulaire initial

		Passif			Actif		
		Gauche	Droite	Différentiel	Gauche	Droite	Différentiel
Poignet	Flexion	85	80	**-5**	80	80	**0**
	Extension	55	NT		45	NT	
MCP	Flexion	120	80	**-40**	100	75	**-15**
	Extension	90	NT		30	NT	
IPP	Flexion	120	90	**-30**	115	80	**-35**
	Extension	5	-20	**-25**	0	-35	**-35**
IPD	Flexion	105	80	**-25**	100	50	**-50**
	Extension	10	0	**-10**	0	-15	**-15**

Notes : NT : non testé ; MCP : articulation métacarpo-phalangienne ; IPP : articulation interphalangienne proximale ; IPD : articulation interphalangienne distale

Annexe VIII : Prescription du protocole de rééducation

HOPITAL D'INSTRUCTION DES ARMEES "CLERMONT-TONNERRE"
BCRM BREST - CC 41 - 29240 BREST CEDEX 9 - N° FINESS : 290000728

Service de Chirurgie Orthopédique et Traumatologique

Hospitalisations.....02 98 43 76 76
Consultations 02 98 43 73 69
Fax.....02 98 43 76 56

Médecin Principal C. ANDRO

Adjoint au Chef de Service

Chirurgie orthopédique

Code Identifiant RPPS : 10005232748

A Brest, le 10/03/2015

Madame [redacted]
Né(e) le 06/04/1997

Faire pratiquer par Masseur Kinésithérapeute Diplômé d'Etat :

25 séances de rééducation de **la main Droit(e)**

Suture des tendons fléchisseurs et profonds en zone II de D5

Selon le protocole de mobilisation active protégée

Tous les jours, si possible deux fois par jours
De J3à J30 :

I. Mobilisation passive des chaînes digitales dans l'orthèse
   A. Globale
   B. Et dissociée
II. mobilisation active placé tenu et utilisation de l'effet ténodèse.
III. Ne pas laisser installer de flexum des IP
IV.
V. massages, physiothérapie antalgique et anti inflammatoire
VI. Port de l'orthèse nuit et jour

Après J30 :

- Début de la rééducation active libre sans résistance
- Rééducation sélective FCS et FCP jusqu'à la 6ème semaine
- Travail en charge contre résistance qu'a partir de la 8ème semaine

Annexe IX : Bilan articulaire final

		Passif			Actif		
		Gauche	Droite	Différentiel	Gauche	Droite	Différentiel
Poignet	Flexion	85	80	**-5**	80	80	**0**
	Extension	55	NT		45	NT	
MCP	Flexion	120	100	**-20**	100	95	**-5**
	Extension	90	NT		30	NT	
IPP	Flexion	120	100	**-20**	115	90	**-25**
	Extension	5	-20	**-25**	0	-30	**-30**
IPD	Flexion	105	90	**-15**	100	50	**-50**
	Extension	10	0	**-10**	0	-10	**-10**

Notes : NT : non testé ; MCP : articulation métacarpo-phalangienne ; IPP : articulation interphalangienne proximale ; IPD : articulation interphalangienne distale

Table 5. Summary of Randomized Controlled Trials Included in This Review, Including Quality Assessment Using the Detsky Quality Index for Randomized Studies

Reference	No. of Digits	Protocol	Title and Summary	Score: Detsky Quality Scale (%)	Quality Rating
Adolfsson et al., 1996[19]	91	Kleinert-type	"The Effects of a Shortened Postoperative Mobilization Programme after Flexor Tendon Repair in Zone 2." Investigated the effect of a shortened postoperative mobilization program. Kleinert protocol applied to both study groups. All fingers of the injured hand received therapy.	13/21 (62)*	Low
Gelberman et al., 1991[20]	60	Kleinert-type	"Influences of the Protected Passive Mobilization Interval on Flexor Tendon Healing: A Prospective Randomized Clinical Study." Investigated the effect of using a continuous passive motion device to achieve greater duration of daily rehabilitation. Control group performed active extension/rubber band flexion exercises.†	15/20 (75)*	High
Su et al., 2005[21]	85	Kleinert-type	"Device for Zone-II Flexor Tendon Repair: A Multicenter, Randomized, Blinded, Clinical Trial." Investigated the effect of a stainless steel tendon-repair device compared with traditional suture repair. Kleinert protocol followed in both study groups.†	18/20 (80)*	High

*The Detsky Quality Scale is scored from a total of 20 points for positive trials and 21 points for trials with negative findings.
†Only data from the control group were included in the review.

Table 6. Summary of Comparative Studies Included in This Review, Including Quality Assessment Using the MINORS Instrument for Comparative, Nonrandomized Studies

Reference	No. of Digits	Protocol(s)	Title and Summary	Score: MINORS (%)	Quality Rating
Bakir et al., 1996[22]	88	Kleinert-type and early active motion	"Flexor Tendon Repair in Zone 2 followed by Early Active Mobilization." Results compared between group 1, Kleinert protocol incorporating a distal palmar bar; and group 2, controlled active motion protocol as described by Cullen et al.[49]	16/24 (67)	Low
May et al., 1992[23]	60	Kleinert type	"Controlled Mobilization after Flexor Tendon Repair in Zone II: A Prospective Comparison of Three Methods." Compared results between three groups: group 1, modified Kleinert protocol with distal palmar bar; group 2, modified Kleinert protocol plus passive motion exercises; and group 3, same as group 2, but applied to all fingers of the injured hand.	20/24 (83)	High

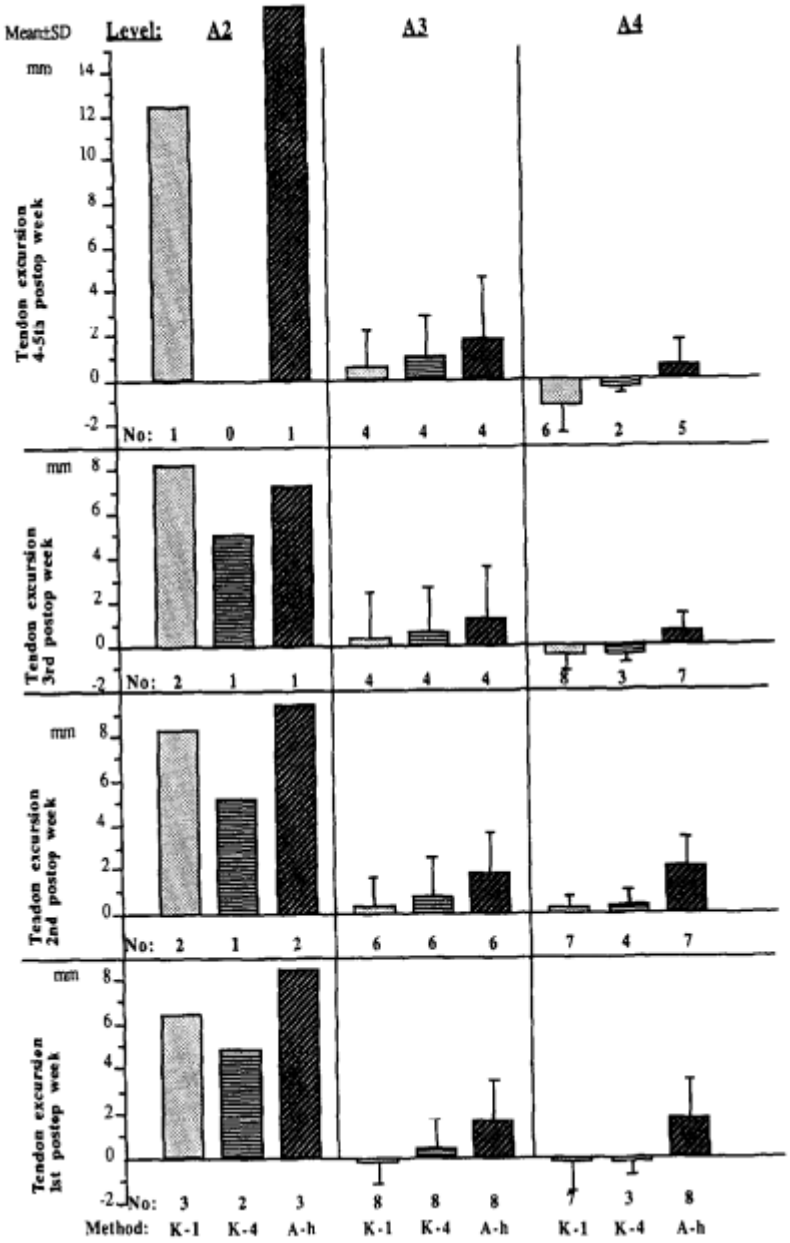
Table 7. Summary of Case Series Included in This Review, Including Quality Assessment Using the MINORS Instrument for Noncomparative, Nonrandomized Studies

Author	No. of Digits	Protocol	Title and Summary	Score: MINORS (%)	Quality Rating
Braga-Silva and Kuyven, 2005[24]	136	Early active motion	"Early Active Mobilization after Flexor Tendon Repairs in Zone Two." Active flexion and extension exercises performed at PIP and DIP joints.	8/16 (50)	Low
Bullon and Novo, 1988[25]	51	Duran type	"Primary Repair of Flexor Tendons in the Hand with Early Passive Mobilization." Investigated a new suture technique. Digits were mobilized using passive motion exercises and a unique splint.	8/16 (50)	Low
Cetin et al., 2001[26]	74	Combination of Kleinert and Duran	"Rehabilitation of Flexor Tendon Injuries by Use of a Combined Regimen of Modified Kleinert and Modified Duran Techniques." Investigated a postoperative regimen of early mobilization by use of a combined regimen of modified Kleinert and modified Duran techniques.	6/16 (38)	Low
Chai and Wong, 2005[27]	15	Combination of Kleinert and Duran	"Dynamic Traction and Passive Mobilization for the Rehabilitation of Zone II Flexor Tendon Injuries: A Modified Regime." A retrospective study that investigated a modified regimen incorporating dynamic extension against a tensioned elastic and the Duran protocol.	8/16 (50)	Low
Chow et al., 1988[28]	78	Combination of Kleinert and Duran	"Controlled Motion Rehabilitation after Flexor Tendon Repair and Grafting: A Multi-centre Study." A multicenter study that studied outcomes in military patients following the Washington regimen: a combined mobilization protocol. Passive ROM exercises were performed by a therapist.	7/16 (44)	Low
Kitsis et al., 1998[29]	339	Early active motion	"Controlled Active Motion following Primary Flexor Tendon Repair: A Prospective Study over 9 Years." A prospective study over 8 years. Applied a protocol involving early active flexion in combination with a modified Kleinert dynamic traction splint.	10/16 (63)	Low
Osada et al., 2006[30]	27	Early active motion	"Flexor Tendon Repair in Zone II with 6-Strand Techniques and Early Active Mobilization." Investigated the application of an early active mobilization protocol in the setting of two different six-strand flexor tendon repair techniques.	9/16 (56)	Low
Schenck and Lenhart, 1996[31]	25	Combination of Kleinert and Duran	"Results of Zone II Flexor Tendon Lacerations in Civilians Treated by the Washington Regimen." Studied the application of the Washington regimen (combined mobilization protocol) in a civilian population.	8/16 (50)	Low
Silfverskiöld and May, 1994[32]	55	Early active motion	"Flexor Tendon Repair in Zone II with a New Suture Technique and an Early Mobilization Program Combining Passive and Active Flexion." Investigated a new epitendinous suture technique. All digits mobilized according to a protocol involving early active flexion.	12/16 (75)	High
Strickland, 1989[9]	71	Duran type	"Results of Flexor Tendon Surgery in Zone II." An expansion on the population of patients published in Strickland's 1980 article. All mobilized using a controlled passive motion. This article introduces Strickland's modified system.	7/16 (44)	Low

PIP, proximal interphalangeal; DIP, distal interphalangeal; ROM, range of motion.

Source : Chesney A, Chauhan A, Kattan A, Farrokhyar F, Thoma A. Systematic Review of Flexor Tendon Rehabilitation Protocols in Zone II of the Hand: Plast Reconstr Surg. avr 2011;127(4):1583-92.

Annexe XI : Représentation du glissement tendineux en zone II en fonction des protocoles de rééducation



Notes : Level A2 : mesures au niveau de la poulie A2 ; A3 : poulie A3 ; A4 : poulie A4 ; K-1 : mobilisation selon le protocole de Kleinert incluant le doigt lésé dans le rappel élastique ; K-4 : mobilisation selon le protocole de Kleinert incluant les quatre doigts longs dans le rappel élastique ; A-h : protocole dit « placé-tenu » (Active Hold)

Source : Hagberg L, Selvik G. Tendon excursion and dehiscence during early controlled mobilization after flexor tendon repair in zone II : an x-ray stereophotogrammetric analysis. J Hand Surg. juill 1991;16(4):669‑80.

LECLERC

Camille

Flexor tendon rehabilitation : comparison between passive protocols and actives protocols

Rééducation des tendons des fléchisseurs des doigts : comparaison des protocoles passifs et des protocoles actifs

Abstract

Flexor tendons injuries are common traumatisms. Despite improvement in chirugical et rehabilitation techniques, the management of these injuries provides only 80% of good results. One of the possible explanations must be seek in rehabilitation protocols. There are many physiotherapy protocols, passive protocols on one hand and active protocols on the other. We must highlight the importance of knowing their benefits and risks in order to choose the proper one in the right situation. Passive protocols are known to be protective of the chirurgical repair. Active protocols provide better functional outcomes but are often describe as high risk of secondary ruptures.

I rely on a case study and the current litterature to demonstrate which protocol gives the best functional outcomes. Systematic reviews, randomized prospective trial and case studies are undertaken to prove that active protocols are greater than passive ones. Nevertheless, the specialit must adapt to each patient and know to choose a passive protocol when the rupture risk is high.

Résumé

La lésion des tendons des fléchisseurs des doigts est un traumatisme fréquent. Malgré l'amélioration des techniques chirurgicales et rééducatives, la prise en charge de ces lésions ne donnent que 80% de bons résultats. L'une des explications possibles est à rechercher dans les protocoles de rééducation. De nombreux protocoles kinésithérapiques sont en place avec d'une part les protocoles passifs et d'autre part les protocoles actifs. Il est important de connaître les bénéfices et les risques de chacun d'entre eux pour choisir le bon protocole dans la bonne situation. Les protocoles passifs sont reconnus pour être protecteur vis-à-vis de la suture chirurgicale. Les protocoles actifs donnent de meilleurs résultats fonctionnels mais sont souvent reportés comme à haut risque de rupture secondaire.

En me basant sur un cas clinique et la littérature actuelle, j'ai réalisé cet écrit afin de montrer quel protocole est le plus efficace en termes de résultats fonctionnels. L'étude de revues systématiques, d'études contrôlées randomisées et d'essais cliniques m'a permis de mettre en évidence la supériorité des protocoles actifs sur les protocoles passifs. Il faut cependant s'adapter à chaque patient et savoir choisir un protocole passif lorsqu'un fort risque de rupture est présent.

Key words

flexor tendon, rehabilitation protocols, passive, active

Mots clefs

tendons des fléchisseurs, protocoles de rééducation, passif, actif

Institut de Formation de Masso-kinésithérapie

Faculté de Médecine, 22, avenue Camille Desmoulins 29 238 BREST CEDEX 3

Travail écrit de fin d'études - 2016