

# **Rééducation précoce des lambeaux de MacGregor : recommandations et bonnes pratiques**



Mémoire présenté pour l'obtention du  
**DIU Européen de Rééducation et d'Appareillage en Chirurgie de  
la Main**

Promotion 2021-2023

Faculté de Médecine de Grenoble

**LACHAL – GUYARD Angeline**



Ergothérapeute - Clinique du Docteur STER – Lamalou les Bains

Jury : - Docteur Alexandra FORLI  
- Docteur Charlotte JALOUX  
- Madame Annabelle RICHELET  
- Monsieur Denis GERLAC

## Remerciements

Je saisis l'occasion de ces quelques lignes pour remercier l'ensemble de l'équipe pédagogique et l'ensemble des intervenants coordonnés de main de maître par Docteur Forli et D. Gerlac. Pour la richesse des enseignements reçus, recevez ici le témoignage de ma gratitude et de mon profond respect.

Un grand merci aux maîtres de stage, et aux experts de la main rencontrés, j'ai vécu des moments riches de conseils, de partage et de découvertes.

A notre promotion du DIU 2021- 2023. A nos journées studieuses.

Je remercie la direction de la clinique Ster qui m'a donné l'opportunité de suivre cette formation.

Malgré les apparences, ce mémoire ne se résume pas au fruit de mon seul travail. Pendant plus de 15 ans, de nombreuses personnes ont contribué de près ou de loin à mon évolution professionnelle et m'ont poussé à vivre cette aventure à la fois excitante et exigeante, scientifique et personnelle. Je désire donc souligner la contribution inestimable de l'ensemble de l'équipe de traumatologie membre supérieur de la clinique Ster.

Que soit aussi remerciée une autre équipe, celle du conseil municipal et plus particulièrement l'équipe des maires adjoints qui a pallié mes nombreuses absences.

C'est avec une joie immense et le cœur ému que je dédie cet écrit à mon mari, Cyril. Mes mots ne seront jamais à la hauteur de son affection et de son amour, source d'inspiration inépuisable.

A mes parents et à mon frère, pour leur soutien indéfectible. Que vous soyez ici honorés

A mes amis qui m'ont témoigné leur soutien durant ces deux années. Je vous exprime toute ma gratitude et ma reconnaissance.

## Table des matières

Remerciements .....	
Table des matières .....	
Liste des abréviations .....	
<b>1. Introduction .....</b>	<b>1</b>
<b>2. Le Lambeau Inguinal Pédiculé de MacGregor .....</b>	<b>1</b>
<b>3. Concepts et Thérapeutiques .....</b>	<b>4</b>
3.1 Accueil du patient .....	4
3.2 La mobilisation précoce .....	7
3.3 L'œdème .....	8
3.4 Le système lymphatique .....	9
3.4.1 Le Drainage Lymphatique Manuel .....	10
3.4.2 Les pressions digitales doigts écartés .....	11
3.5 Le tendon .....	11
3.5.1 Le lag time .....	13
3.5.2 Le Work Of Flexion .....	13
3.6 Les attelles .....	14
3.7 La fibrolyse diacutanée .....	15
3.8 Le nerf .....	16
3.9 La peau .....	19
3.10 La sensibilité .....	20
3.11 La douleur .....	21
3.11.1 Les douleurs nociceptive et neuropathique .....	21
3.11.2 La douleur nociplastique .....	22
3.11.3 Les traitements médicamenteux .....	22
3.11.4 Les traitements non médicamenteux .....	23
3.12 L'électrostimulation .....	23

3.13 Les Stimulations Vibratoires Transcutanées .....	25
3.14 La lumière.....	26
3.14.1 La photobiomodulation.....	26
3.14.2 La chromothérapie .....	27
3.15 La neuroplasticité .....	28
3.15.1 Les neurones canoniques .....	29
3.15.2 Les neurones miroirs.....	29
3.16 L'imagerie motrice .....	30
3.17 L'observation motrice.....	34
3.18 La réalité virtuelle.....	35
<b>4. Méthodologie de recherche .....</b>	<b>36</b>
4.1 Les éléments de méthode et la stratégie de recherche.....	36
4.2 La population.....	38
<b>5. Résultats.....</b>	<b>39</b>
<b>6. Discussion.....</b>	<b>42</b>
<b>7. Conclusion .....</b>	<b>43</b>
7.1 Protocole de rééducation des LIPMG.....	43
Bibliographie.....	45
Annexes.....	51- F

## **Liste des abréviations**

SMR : Soins Médicaux et de Réadaptation

LIPMG : Lambeau Inguinal Pédiculé de MacGregor

DLM : Drainage Lymphatique Manuel

PPDE : Pressions Digitales Doigts Ecartés

MAPP : Mobilisation Active Protégée Précoce

WOF : Work of Flexion

TFBT : Thermo-Formable Basse Température

SNP : Système Nerveux Périphérique

IASP : International Association for the Study of Pain

TENS : Neuro Stimulation Electrique Transcutanée

NMES : Stimulation Electrique Neuro Musculaire

EMS : Stimulation Electrique Musculaire

SVT : Stimulation Vibratoire Transcutanée

PBM : PhotoBioModulation

MT : Thérapie Miroir

IM : Imagerie Motrice

OM : Observation Motrice

RV : Réalité Virtuelle

IFSSH : International Federation of Societies for Surgery of the Hand

TPM : Total Passive Motion

TAM : Total Active Motion

PPD : Pulpe / Pli Palmaire Distal

## **1. Introduction**

Selon une estimation de la Fédération des Service d'Urgence de la Main, le nombre d'accidents de la main augmente chaque année et atteint des chiffres alarmants, En 2019 ce chiffre est porté à 2,1 millions de victimes par an (1). Les accidents de la main deviennent ainsi un enjeu de santé publique par leur fréquence, leur retentissement fonctionnel et leur coût. De la simple ecchymose, aux coupures et écrasement, les conséquences peuvent être dramatiques, avec parfois des séquelles irréversibles et un handicap. Le coût moyen d'un accident de la main est de 3000€, mais il explose en cas d'intervention chirurgicale, d'hospitalisation et de nécessité de recours à des soins médicaux, paramédicaux et de rééducation. Indemnités journalières pour arrêt de travail, rentes en cas d'invalidités viendront gonfler le coût d'un tel accident.

Exposée anatomiquement, la main est un outil primordial dans la vie quotidienne et social qui n'est plus à démontrer. Dans les traumatismes complexes de la main, l'orientation vers les bonnes stratégies de soins comme le transfert vers des unités de chirurgie spécialisé type SOS Mains diminue au maximum le retentissement fonctionnel.

L'établissement de santé de Soins Médicaux et de Réadaptation (SMR) dans lequel j'exerce se voit confier ces patients à la sortie de leur hospitalisation. Les traumatismes complexes et multi-étagés entraînent morbidité et handicap fonctionnel. Ils relèvent d'une chirurgie primaire de sauvetage le plus souvent de chirurgies secondaires. Je traiterai dans cet écrit, des traumatismes complexes traités par Lambeau Inguinal Pédiculé de MacGregor (LIPMG). Une étude rétrospective de cas cliniques va me conduire à l'élaboration de recommandations et bonnes pratiques respectant les grands principes de rééducation après chirurgie de la main et ses impératifs contradictoires dans la prise en soins de cette pathologie.

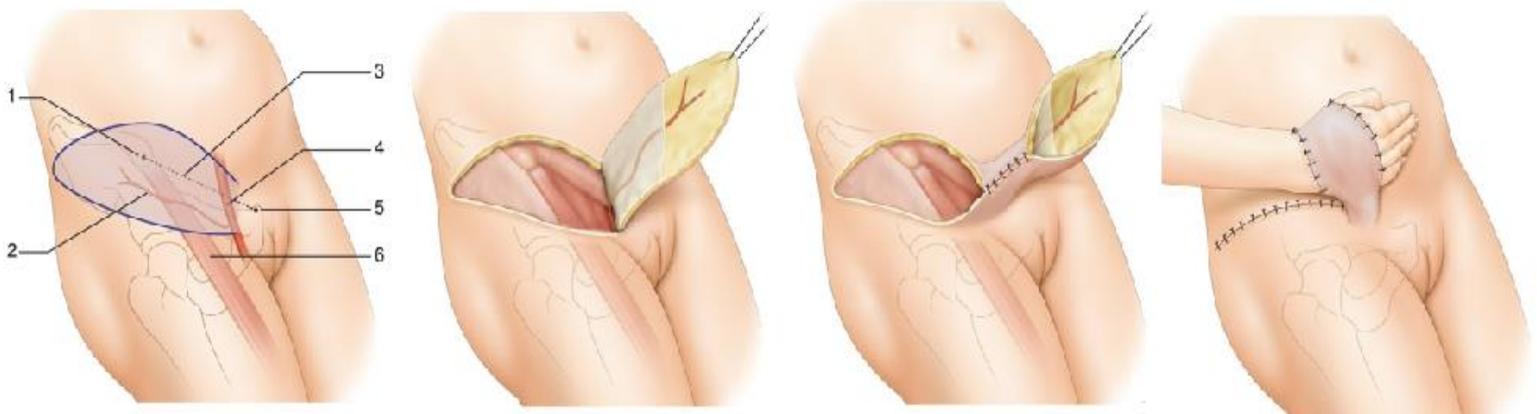
## **2. Le Lambeau Inguinal Pédiculé de MacGregor**

Un lambeau cutané est un segment de peau et de tissu cellulaire sous-cutané conservant une vascularisation autonome passant par un pédicule avec lequel il reste en contact avec la profondeur. Le pédicule comprend les structures vasculaires, artérielles et veineuse.

Il est parfois très large, parfois plus étroit, voire réduit à une artère et une veine vascularisant directement la palette du lambeau (2).

Le chirurgien Mac GREGOR a décrit sa technique en 1972. Il s'agit de réaliser un lambeau axial avec pédicule individualisé au niveau inguinal. La bibliographie permet de voir que son utilisation est internationale dans les chirurgies de sauvetage ou chirurgie réglée. Il s'en dégage un certain consensus d'utilisation et de résultat. Ce LIPMG permet la couverture de grande perte de substances et différentes réparations tout en un temps, qu'elles soient osseuses, tendineuses, nerveuses, vasculaires ou cutanée.

Il est ainsi utilisé dans les pertes de substance pluritissulaire. Diverses modifications du dessin originel du lambeau ont été décrites. Le lambeau est préférentiellement prélevé du coté homolatéral pour obtenir un certain confort à la position du membre. Après un dessin de forme ellipsoïde sur 30-35 cm pour 15-20 cm de large, 1/3 au-dessus, 2 tiers au-dessous de la crête iliaque, le chirurgien repère l'émergence de l'artère circonflexe iliaque superficielle sur le bord médial du Sartorius. (3)



1-épine iliaque antéro supérieure 2-vaisseau circonflexe iliaque superficiel 3- arcade crurale  
4- artère externe 5-épine du pubis 6- muscle sartorius

Athlani L, Dautel G. Couverture cutanée de la main et des doigts (3)  
<https://www.em-consulte.com/article/1363534/couverture-cutanee-de-la-main-et-des-doigts>

La technique chirurgicale consiste en une incision de latéral en médial pour récupérer le lambeau cutané en laissant intact les fascias musculaires, en arrêtant le geste au bord latéral du Sartorius. (3) La réalisation d'un pédicule plus long est toutefois réalisable en incisant au-delà du bord externe du Sartorius et en prélevant du fascia profond jusqu'au bord du pédicule.

Après suture du site donneur, le chirurgien réalise la tubulisation du pédicule en veillant à ne pas comprimer de veines puis met en place le lambeau en commençant par le point d'angle. (3)

Les suites opératoires sont de 3-4 semaines jusqu'au sevrage après épreuve de clampage, le patient est installé coude au corps, la main séparée de l'abdomen par pansement cotonné.

Au troisième jour de façon concomitante au premier lever, la rééducation est débutée lors du premier pansement.

Ce travail pour être effectué efficacement, n'est techniquement possible que si le chirurgien a pu tubuliser le lambeau sur une longueur suffisante de 6 / 10 cm, afin de décoller la main du plan abdominal.

La longueur du pédicule a également pour avantage de pouvoir réaliser des orthèses, en proscrivant toutefois un appui sur la surface du lambeau.

Ce LIPMG revêt plusieurs avantages. Il fait partie intégrante de l'arsenal thérapeutique lors des pertes importantes de substance sur le terrain distal du bras (du coude aux doigts). Sa relative simplicité de mise en œuvre et sa grande fiabilité grâce au calibre satisfaisant des vaisseaux, l'importance de la surface disponible, l'utilisation d'une peau glabre et une cicatrice minime facilement masquée par les vêtements sont autant d'aspects favorables à l'utilisation de ce LIPMG.

Cependant, il n'en demeure pas moins quelques inconvénients. On rencontre fréquemment des variations anatomiques de la zone vasculaire d'un individu à l'autre. Le lambeau est épais pâle et peu sensible. La position en déclive du membre supérieur pendant 3-4 semaines est à prendre en compte comme source d'œdème. Le pédicule vasculaire peut être court et ne pas faciliter la rééducation.

Un dernier temps opératoire de dégraissage est souvent nécessaire. Optimalement il sera réalisé concomitamment avec un temps chirurgical lié à l'ablation d'ostéosynthèse ou de chirurgie secondaire de ténolyse ou greffe tendineuse. Ce temps esthétique permet de retrouver l'aspect social de la main.

### **3. Concepts et Thérapeutiques**

#### **3.1 Accueil du patient**

Gage de la viabilité du lambeau, les premiers réveils doivent être surveillés, et les éventuelles agitation et angoisses canalisées afin d'annihiler tout risque de lésion ou d'arrachement du pédicule vasculaire.

Dès l'arrivée au SMR, l'occasion est donnée de rencontrer de l'équipe qui va être en charge du patient pendant les mois à venir. La surveillance est la notion clé des premiers jours.

Elle reste pluriquotidienne, chaque 4 heures dans un premier temps et pluridisciplinaire comme à chaque étape de la rééducation, chaque intervenant ayant un rôle dans cette surveillance. Il en dépend de la survie du lambeau en cas de complication. L'infirmier et les aide-soignants assurent les soins de toilette et de pansement, les prises de constantes (température corporelle et tension artérielle), analysent tout critère de vasoconstriction (diminution T°C, TA, aspect local du lambeau (sa couleur et sa température), la présence éventuelle d'une tuméfaction, dépistage précoce de l'apparition d'un hématome qui pourrait être le siège d'une éventuelle infection, présence de douleurs (4). Véritable soin technique le pansement ne doit pas engendrer de plicature du pédicule du lambeau. Lors de cette réfection l'infirmier doit également veiller à ne pas l'étirer. La réfection du pansement est l'occasion également de vérifier les pouls capillaires et le temps de recoloration. Les premiers temps, il est souhaitable de laisser une fenêtre de surveillance sur ce lambeau. Ce pansement est posé et jamais compressif. S'il est imbibé de sang il doit être refait pour éviter un effet garrot. S'il est possible de le réaliser ainsi le pansement devra respecter la règle de 4P de Raymond Vilain : un Pansement le Plus Petit Possible.(5) Ainsi les articulations du voisinage ne seront pas bloquées et les commissures des doigts resteront libres. Le temps du pansement est aussi un temps d'échange multidisciplinaire, il est l'occasion pour les rééducateurs et paramédicaux de « voir » l'état cutané et d'adapter en fonction ses prises et ses méthodes de mobilisation.

La bonne installation du patient au lit, et sur un fauteuil roulant électrique à dossier incliné est essentielle (cf 3.8 Le nerf). Une compression du lambeau pourrait avoir lieu lors d'un mauvais positionnement ou un appui sur un plan dur (barrière de lit, accoudoir de fauteuil roulant)

et compromettre le résultat. Tout l'environnement de la chambre est adapté, et des aides techniques fournies pour permettre une plus grande autonomie dans les actes élémentaires de la vie quotidienne (brosse à ventouse pour se laver les mains, tapis antidérapant pour maintenir les assiettes, yaourt, feuilles ou tout autre objet sur la table ...).

Le patient pour commencer la rééducation dans un SMR doit pouvoir se déplacer de manière autonome. Sa dignité doit être assurée. Aussi dans la prise en soin de LIPMG, l'adaptation des vêtements et sous vêtement est un incontournable. Ils doivent assurer sécurité et confort pour permettre estime et confiance en soi afin que les patients aient la capacité à être acteur de leur rééducation. Une protection chaude et douce type moufle sur mesure, en peau d'agneau et polaire, est également confectionnée pour conserver la main et le LIPMG au chaud lors de sortie extérieure.

L'éducation thérapeutique du patient et les conseils débutent dès cette première phase d'immobilisation relative. Les enjeux rééducatifs doivent être compris par le patient afin qu'il soit acteur de sa propre prise en soin, l'alliance thérapeutique doit être facilitée. Le projet thérapeutique individualisé tracera ainsi une démarche de soins, formalisera une réflexion et permettra de maintenir une continuité des soins grâce à un canevas à adapter. Il sera mis en œuvre par toute l'équipe pluridisciplinaire et il associera le patient aux décisions qui le concernent.

Le patient opéré d'un LIPMG va donc bénéficier d'apports théoriques dans plusieurs domaines et notamment sur les règles hygiéno- diététiques. Sur la vasoconstriction, induite par la nicotine lors de la consommation de tabac et celle induite par le froid. La nécessité de lutter contre toute forme de douleur et de stress pour éviter la sécrétion de catécholamines, adrénaline et noradrénalines qui ont un effet vasoconstricteur. La survie du lambeau peut être très rapidement mise en jeu suite à ce phénomène. Il est donc impératif que le patient comprenne l'enjeu de ces règles d'hygiène. Un accompagnement doit être proposé pour les conduites addictives et addictions diverses dès les premiers instants. D'autres informations seront utiles sur la cicatrisation et la nécessité de manger équilibré, sur la modération des phénomènes inflammatoires défavorables à la cicatrisation. Ces données seront essentielles à la compréhension de la décision de réduction de la marche et de l'utilisation d'un fauteuil roulant électrique en dehors de la chambre, la nécessité impérative de ne pas consommer de toxiques, d'alcool ni trop de sucre et de caféine, théine et autres excitants (6).

Ces explications sont d'autant plus nécessaires que les SMR prônent l'autonomisation et la réadaptation alors que dans les cas présents malgré les possibilités fonctionnelles de marche, le patient se verra inculquer une certaine dépendance face à la balance bénéfice/risque de la marche sur la cicatrisation.

Une marche d'intérieur dans la chambre sera permise afin de ne pas accroître la dépendance dans les gestes de la vie quotidienne (toilette, soins d'élimination...), néanmoins les déplacements autres devront être réduits pour éviter tout risque d'arrachement du pédicule. Un fauteuil roulant électrique sera prescrit pour permettre les déplacements sur les plateaux techniques et une autonomie des déplacements favorisant la participation sociale indispensable pour le bien être psychologique dans ce contexte traumatisant.

Dans les mêmes principes positionnels un fauteuil roulant électrique avec dossier inclinable et commande controlatérale au lambeau sera favorable.

Une autre information sera également donnée concernant l'absence de sensibilité du greffon de MacGregor qui sera présente même après le sevrage.

Toutes ces informations et conseils en prévention font partie intégrante du projet thérapeutique initial et permettent de rendre la patient acteur de sa prise en soin, rôle stipulé dans la loi du 4 mars 2002 ou loi Kouchner.

En outre, le Code de la Santé Publique qui énonce les droits du patient, en qualité d'usager du système de santé, évoque parmi d'autres, un droit fondamental, celui d'avoir des soins de qualité avec le droit d'accéder aux soins les plus appropriés à l'état de la personne impliquant la recherche systématique du meilleur traitement. Il est également décrit dans cette loi, les droits de la personne en tant qu'usager du système de santé et son consentement aux soins qui doit être recueilli pour tous les actes. En pratique, il n'y a pas de contrat signé par le patient à chaque acte, en particulier pour ceux qui sont bénins mais il est nécessaire d'expliquer les raisons du soin au patient. L'éclairage du patient par toutes ces notions lui permettra alors de comprendre que la prise en soin sera longue et que la compliance thérapeutique sera indissociable de la réussite de la prise en soin.

Cette première phase d'immobilisation permet également de prendre en charge la blessure psychologique découlant du traumatisme brutal et violent. L'intervention d'un psychologue permettra une mise en mot sur le vécu. Elle aura pour but d'éviter la survenue d'un syndrome de stress post traumatique. Les réminiscences du traumatisme pourront en parallèle être traitées par des équipements informatiques innovants ; telle que la chromothérapie ou la réalité virtuelle, véritables médiateurs à la psycho-traumatologie que je traiterai ultérieurement. Cette période de repos relatif et les bonnes pratiques de rééducation non exploitables sont l'occasion d'exploiter différemment le temps existant.

### **3.2 La mobilisation précoce**

Dans les tous premiers temps du traitement par LIPMG, une immobilisation relative est induite de fait.

En conséquence, l'équipe rééducative observe raideurs articulaires, rétractions capsulo ligamentaires et tendineuses, rétractions pluritissulaires, adhérences, perte de schéma moteur et douleur. Tout ce que s'évertue à combattre cette même équipe par des mobilisations globales, analytiques et spécifiques.

Les bonnes pratiques en rééducation après chirurgie de la main qui visent les mobilisations immédiates (Just Lucas- Championnière en 1895) et l'immobilisation relative avec mobilisation précoce (GEM en 1963) pour éviter tout enraidissement sont dans les cas présents impossibles à mettre en œuvre. Il convient alors de pallier ces restrictions pour éviter l'installation de séquelles majeures et favoriser au mieux la rééducation future.

Pour entretenir les mobilités des articulations libres, la mobilisation manuelle analytique et globale doit être effectuée passivement et le plus précocement possible. Pendant ce travail il faut veiller à ne pas provoquer de douleur ni mettre en tension les structures suturées.

La première mobilisation ne devrait s'effectuer qu'après avoir visualiser les plaies, et l'état local hors pansement pour savoir où positionner ses mains, ses doigts et ses appuis. La réfection du pansement est un moment idéal pour une mobilisation, dans le respect des protocoles d'hygiène prescrits. Les articulations sont plus accessibles sans pansement, et les manœuvres de lutte contre l'œdème plus efficace.

La mobilisation active pure dans un secteur d'amplitude complet n'est pas recherchée. Le placé-tenu sera privilégié en première intention. La mobilisation active-aidée cherchera ensuite à entretenir les glissements et favoriser une cicatrisation intrinsèque des tendons.

### **3.3 L'œdème**

L'œdème est une infiltration séreuse des tissus mous par augmentation du liquide interstitiel, majoritairement composé d'eau, de protéines et diverses autres cellules. Il est dû à une diminution des mouvements de l'eau du milieu interstitiel vers les lymphatiques et capillaires au profit d'une recrudescence de mouvement de l'espace intravasculaire vers l'espace interstitiel.

Post traumatique, l'œdème est directement lié à la lésion du réseau vasculaire et à la présence d'une inflammation locale. Le traumatisme met à mal l'équation - *quantité de liquide qui sort des capillaires vasculaires égale à somme de celle qui y retourne majorée de celle qui est résorbée par le système lymphatique* - (7).

L'œdème apparaît car la réaction inflammatoire associée au traumatisme augmente la perméabilité capillaire et favorise la sortie des liquides. Les systèmes veineux et lymphatique touchés ne peuvent plus compenser l'excédent de filtration.

L'œdème n'est pas proportionnel au traumatisme, mais ses origines sont plurielles dans le cadre des mains complexes. Ne causant que peu de symptômes, il sera néanmoins la source de multiples effets indésirables et complications. Ainsi l'œdème est à l'origine de raideurs articulaires et d'adhérences. Il met en tension le systèmes capsulo-ligamentaires. L'œdème distend les parties molles et collabe la circulation de retour. Il inverse les arches de la main, et positionne les métacarpo-phalangiennes en extension. Il est un frein mécanique à la flexion des doigts. De plus, comme l'écrit Foucher, et selon Buch Jaeger (8) « [...] dès que la pression interstitielle dépasse 40 mmHg, l'ischémie intervient et peut conduire à une nécrose tissulaire qui se traduira par un surcroît de fibrose ». Les muscles interosseux contenus dans les loges aponévrotiques intermétacarpiennes inextensibles sont particulièrement exposés

Avec le temps, sans drainage ou expulsion, sa composition protéinique engendre un risque majeur de transformation de l'œdème en fibrose. L'œdème doit être combattu au plus tôt afin d'éviter la rétraction des tissus conjonctifs.

Les LIPMG ont cette particularité de ne pouvoir être pris en soins en suivant les préconisations usuelles et empiriques du traitement de lutte contre l'œdème. Le positionnement en déclive pur au lit est impossible, le phénomène de réabsorption par pesanteur, debout avec une écharpe de Chessington décrite par Wynn Parry (9), coude plié et main au-dessus du cœur, également impossible. Le glaçage et la compression (bande cohésive, contentions élastiques avec tissu type Gibaud / Coolmax + ou pressothérapie) complètement proscrite étant donné la nécessité de protection du réseau pédiculé du lambeau et donc la contre-indication totale de vasoconstriction. Le premier traitement de l'œdème est un positionnement évitant au maximum la proclive. La déclive n'étant pas à proprement permise dans les cas du LIPMG, on s'attachera à diminuer au maximum les pressions sur les réseaux lymphatique et veineux. Au lit, on installe des coussins ou des mousses adaptées. Assis, on positionne l'épaule du patient à 45° d'abduction, 45° d'antéflexion et le coude à 90° de flexion. Les mobilisations en kinésithérapie auront toute leur importance : on favorisera les massages drainants.

### **3.4 Le système lymphatique (10)**

La circulation lymphatique superficielle est parallèle au système veineux, elle draine les espaces intercellulaires. Ces deux systèmes bien qu'interdépendants ont une structure et fonction bien distinctes, ils fonctionnent en renfort l'un de l'autre. Les artères et les veines forment un circuit fermé dans lequel le sang est propulsé par le cœur qui a un rôle de pompe. À la différence du réseau sanguin, le système lymphatique ne comporte pas d'organe jouant le rôle de pompe. La progression de la lymphe répond à deux types de motricité. Les stimulations internes entraînent la progression péristaltique de la lymphe. La motricité mise en jeu par des stimulations externes provient quant à elle des battements artériels, de l'aspiration thoracique liée au mouvement du diaphragme, aux contractions musculaires. Le système lymphatique a ainsi trois rôles distincts. Il récupère et draine le surplus de liquide dans les tissus. Il transporte des vitamines liposolubles et des lipides alimentaires du tube digestif jusqu'au sang. Il possède un rôle protecteur contre les agressions en assurant les réponses immunitaires (tissu lymphoïde) dans certains organes.

Le milieu interstitiel est composé de 2 phases. La phase gel (phase dure) est composée de fibroblastes fabriquant des macromolécules qui constituent la substance fondamentale du tissu conjonctif, (notamment les fibres de collagène et l'élastine) et du tissu adipeux.

La phase sol est une substance fondamentale, plus lâche, plus liquidienne, plus hydratée. Elle contient des fentes lymphatiques qui aboutissent aux collecteurs initiaux. Le drainage lymphatique manuel permet une meilleure résorption par l'ouverture des fentes pré-lymphatiques. Après une lésion ou un traumatisme, la sécrétion des fibroblastes entraîne une multiplication cellulaire tant en nombre qu'en qualité par augmentation du collagène et formation de fibrose, et diminue la phase sol.

### 3.4.1 Le Drainage Lymphatique Manuel

Leduc (11) inspiré par les travaux de Vodder (12) a décrit les effets physiologiques du Drainage Lymphatique Manuel. Il augmente la résorption, élimine les résidus métaboliques, réduit l'inflammation, diminue la douleur et oxygène les tissus ce qui favorise la cicatrisation. A cause de l'immobilisation relative chez les patients MacGregor, le drainage de la lymphe est freiné. La lutte contre l'œdème est une priorité, ces manœuvres sont immédiates et quotidiennes.

Dès la première séance, des exercices d'auto-drainage sont enseignés, ils seront effectués quotidiennement par le patient. Le travail respiratoire abdomino-diaphragmatique permet l'activation du canal thoracique, lieu de convergence de tous les collecteurs. Ceci renforcera les manœuvres réalisés par le kinésithérapeute.

Les manœuvres kinésithérapiques de DLM sur ce type de patient sont faites de mouvements circulaires et concentrique en déprimant légèrement la peau tout en l'étirant sur les plans plus profonds. La pression maximale exercée est de 40 mm Hg. Ces manœuvres sont dites en tampon buvard. Elles s'enchainent selon l'Activation, la Stimulation et la Vidange. Il est à noter que l'immobilisation relative induite par le premier temps opératoire du lambeau ne permet pas une ouverture optimale de la voie de Mascagni, puisque l'épaule ne pourra être positionnée en abduction, rotation latérale ; les voies de suppléance devront être sollicitées. Aussi les appels sus/sous claviculaires, du cou et la vidange inguinale, abdominale et du creux axillaire devront être renforcés.

### 3.4.2 Les pressions digitales doigts écartés

Shlitz (13) a décrit quant à lui des manœuvres de pression différentes : les Pressions Digitales Doigts Ecartés (PDDE) afin de faire migrer les liquides superficiels d'un territoire encombré vers un territoire ganglionnaire plus fonctionnel, plus performant.

Les doigts écartés permettent une meilleure mobilisation tissulaire différentes des manœuvres précédentes. Ils pénètrent le tissu cutané, par une légère pression avec la pulpe, puis le rééducateur effectue un étirement combiné d'une légère torsion sur le tissu. La rigidité des doigts induit un effet ressort grâce aux pressions transmises qui seront adaptées en fonction des qualités mécaniques de la peau : dureté, extensibilité, élasticité. Cette solidarité des doigts du thérapeute avec la peau du patient, évite l'effet de frottement et l'hyperémie induite.

Afin d'effectuer un soin de qualité, le contact direct avec la peau est indispensable, cela induit que ces séances puissent être faites dans la mesure du possible à l'infirmerie après avoir ôté le pansement avant sa réfection. Ce temps, sans pansement, sera aussi l'occasion pour le thérapeute de « voir ». L'aspect cutané, l'évolution cicatricielle favorable ou défavorable, sont des notions clés dans l'adaptation quotidienne des techniques de rééducation proposées.

Les mains complexes sont par définition le siège de lésions pluritissulaires et notamment des lésions tendineuses pourvoyeuse également d'œdème délétère à une cicatrisation optimale.

### **3.5 Le tendon (14) (15) (16)**

Le tendon est un faisceau fibro-élastique reliant les fibres musculaires à l'os. Sa structure lui confère une résistance élevée qui permet la transmission de l'énergie musculaire au levier osseux. Peu vascularisé, le tendon a un métabolisme restreint. Il est néanmoins riche en innervation sensitive (mécanorécepteur de Golgi).

Le regroupement de molécules de collagène forme un réseau fibreux, les fibrilles. A leur surface on retrouve des fibres et cellules conjonctives spécialisées : les ténocytes (synthétiseuses de collagène) et ténoblastes. Ces fibrilles s'unissent pour constituer, l'unité structurale de base du tendon, la fibre de collagène essentiellement de Type 1.

Ces fibres collagéniques, la matrice extra cellulaire, les ténocytes et l'élastine sont entourés par l'endotendon, mince couche de tissu conjonctif rétinaculaire. Le paratendon qui entoure lui-même l'épitenon est plus lâche et favorise les glissements avec les plans sus et sous-jacents. Il renferme également du collagène de Type I et III et de l'élastine. Le collagène représente ainsi presque 80% de la surface sèche du tendon.

Autour des tendons fléchisseurs une gaine composée de plusieurs feuillets concentriques forme un tunnel. Cette ultime lubrification facilite le glissement et protège de certaines frictions sur les surfaces osseuses lors des mouvements. Cette gaine est un soutien nourricier renforcé par un repli synovial au niveau des phalanges, les vincula longue et courte.

Toute section des tendons dans les traumatismes graves de la main nécessite un processus de réparation tendineuse.

La première phase est l'hémostase et l'inflammation. A l'instant de la lésion, il apparaît un hématome local qui libère différents facteurs activant les cellules endothéliales qui à travers l'espace extracellulaire migrent vers le site de la blessure. Après une phase de phagocytose, une réaction inflammatoire se produit et libère des facteurs de croissance. Cette activité pro inflammatoire est interrompue par un phénomène apoptotique. Les ténoblastes commencent à s'accumuler et produisent une nouvelle matrice extracellulaire, l'angiogenèse commence. Une seconde phase de prolifération des ténoblastes se produit et la production de collagène de type I et III démarre. Le métabolisme cellulaire global est amplifié et la matrice extracellulaire désorganisée. Pendant la dernière phase de remodelage, les ténoblastes conservent un métabolisme élevé, la sécrétion de collagène continue. Les fibres de collagène constituées s'orientent de façon parallèle à la tension imposée.

Néanmoins il est décrit deux modèles de cicatrisation. Ils ne sont pas à mettre en opposition car en réalité les deux phénomènes se côtoient. La réparation intrinsèque implique la migration et la prolifération des cellules de l'endotendon et de l'épitenon. Tandis que la cicatrisation extrinsèque s'appuie sur les cellules provenant de structures externes comme le paratendon et la gaine synoviale induisant la formation d'adhérences entre le tendon et ces structures.

La mobilisation tendineuse est capable de modifier la disposition des fibres de collagène et ainsi de faire varier les propriétés mécaniques du tendon. Pour éviter l'apparition de manifestations cliniques indésirables comme les adhérences, sources de raideur, les mobilisations précoces sont tout indiquées et réalisées pluriquotidiennement.

Il faut réduire au maximum le temps inflammatoire, car le stress oxydatif produit provoque l'apoptose cellulaire du tissu lésé et des ténocytes, ce qui interfère de manière péjorative dans le processus de réparation tendineuse (17).

### 3.5.1 Le lag time

Mason et Alen (18), et Gelberman (19) décrivent une période de ramollissement des extrémités tendineuses nommée « Lag Time ». Ils observent une baisse des résistances à ce moment.

Pour contrer cette baisse des résistances, le meilleur moyen est de procéder à des mobilisations actives protégées précoces (MAPP) plutôt qu'à des mobilisations passives qui restent néanmoins préférables à l'immobilisation.

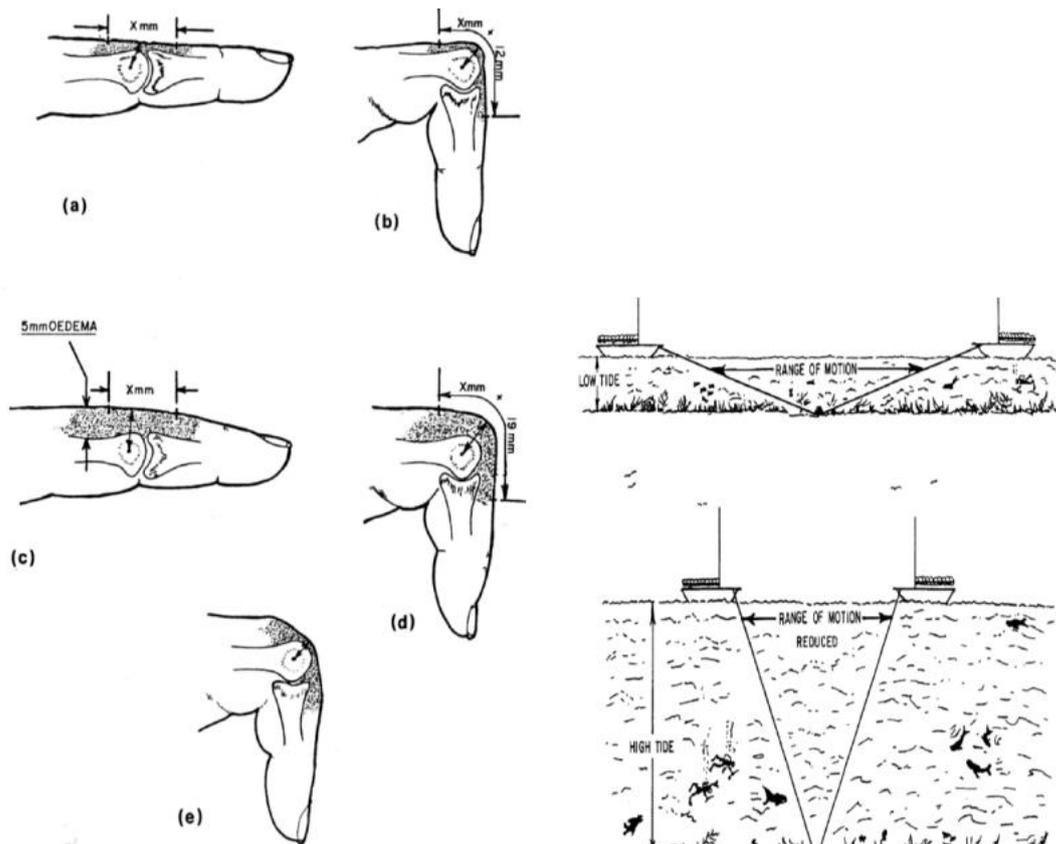
Ces MAPP permettent l'augmentation du phénomène d'imbibition synoviale et de nutrition vasculaire par activation de la pompe de Weber et brassage du liquide synovial. Elles permettent également de diminuer les adhérences par orientation des fibres de collagène et une diminution de l'œdème.

### 3.5.2 Le Work Of Flexion

Le Work of Flexion (WOF) est la dénomination d'un phénomène correspondant à la somme des résistances à la flexion digitale. L'œdème (20) et le contexte traumatique sont des éléments prévalents du WOF.

Nombreux sont les autres facteurs intrinsèques et extrinsèques pouvant potentialiser ce phénomène. On retrouve ainsi le type de sutures, la présence d'un hématome, la diminution de la lumière du canal digital conséquence d'une réparation des poulies, la position du poignet et l'incidence sur la tension tendineuse, les raideurs articulaires, la cocontraction des antagonistes, la vitesse du mouvement, les adhérences, la résistance au glissement tendineux, les pansements, le dernier tiers de degrés de flexion seront d'autres facteurs à traiter pour éviter ce WOF (21) (22).

Dans le LIPMG, les multiples facteurs associés vont considérablement augmenter le WOF et mettre en danger les sutures.



PW Brand, Clinical mechanics of the Hand, Mosby, 1985 (20)

### 3.6 Les attelles

Dans le cadre de ces traumatismes traités par LIPMG, les attelles ont toute leur place dans l'arsenal thérapeutique proposé. Néanmoins la position spécifique du LIPMG, et les contraintes anatomiques ne permettent pas de respecter le gold standard pour chaque lésion. Les orthèses de série sont par évidence proscrites mais la nature des attelles en Thermo-Formable Basse Température (TFBT) permet de s'adapter à la singularité de chaque patient. l'immobilisation induite de l'épaule et du bras ne permettra pas une fonction classique de la main, les attelles statiques sont ainsi privilégiées par rapport aux dynamiques, car aucune adjonction de fonction n'est nécessaire. D'autre part l'effet statique de ces orthèses n'ajoute pas de stress tissulaire en sus de celui déjà produit par le traumatisme et la chirurgie.

Dans un premier temps, l'attelle réalisée sert à la protection des lésions osseuses et des sutures nerveuses, tendineuses et vasculaires. Une attelle peut également être confectionnée pour maintenir une position de repos antalgique et avoir ainsi un effet de prophylaxie. Il est observé que les patients anxieux ont tendance à réaliser des mouvements intempestifs des doigts et à entretenir des composantes inflammatoires, les attelles ont un intérêt dans ce cadre par leur effet d'apaisement et de rassurance. La position du membre doit favoriser la cicatrisation en évitant toute rétraction des tissus.

Une attention particulière doit être portée aux éléments de maintien, les velcros doivent être particulièrement pensés afin de ne pas avoir d'effet compressif sur le lambeau. Tout effet délétère sur la vascularisation du LIPMG est un risque d'ischémie localisée. Afin de répartir les appuis, l'attelle doit être la plus longue possible en fonction de la localisation du lambeau et de son pédicule.

La surveillance et le suivi orthétique sont des étapes fondamentales du traitement. Il faut ainsi vérifier les points d'appui sur des mains souvent insensibles, et l'absence d'effet indésirable sur les plaies en cours de cicatrisation. Ces attelles sont réadaptées en fonction des gains d'amplitude, de l'apparition de phénomènes déformatifs ou de variation de l'œdème. Des ajustements peuvent être nécessaires en fonction du pansement, (changement de protocole, d'interface) et de son épaisseur. Optimalement, l'attelle doit être la moins encombrante possible, légère, aérée, facilement lavable, réajustable aisément et confortable (23).

### **3.7 La fibrolyse diacutanée**

La fibrolyse diacutanée, dite aussi technique du crochetage est une méthode de traitement des adhérences par restauration des plans de glissement. Décrit en Suède dans les années 50 puis en 1960 par Ekman (24), élève de Cyriax, elle permet de casser les fibres conjonctives plus profondément que les techniques digitales classiques grâce à des crochets aux courbures différentes. Des tractions brèves associés à des étirements et écrasements permettent en sus une augmentation de la vascularisation des tissus par stimulation de la circulation sanguine et lymphatique (25). Le soutien structurel formé par le tissu conjonctif est ainsi mobilisable, cela permet en outre l'augmentation de l'échange en nutriment et oxygène en libérant les corpuscules itératifs créés.

Lévénez et al. observent par imagerie échographique des modifications de l'architecture musculaire, un gain de mobilité articulaire, une diminution de la tension passive de l'unité musculo-tendineuse et une augmentation de la longueur fasciculaire associée à une modification de l'angle de pennation (26). Van den Berg et al. observent quant à eux une augmentation de l'amplitude active (27).

Le traitement se fait de distal en proximal. Le point de départ est un schéma de tensions myoaponévrotiques. Le thérapeute recherche le "locus dolenti", puis crochète la zone périalgique par atteinte des faisceaux musculaires, attache myotendineuse et ligamentaire en se plaçant perpendiculairement au muscle. L'étirement fascial est réalisé avec la partie convexe de la courbure du crochet. Enfin, grâce à la pointe d'un petit crochet, on cherchera une augmentation de la circulation par la technique du grattage dans différentes directions (28).

L'immobilisation induite par le premier temps opératoire du LIPMG et les restrictions de mobilisation en résultant, conduisent à un épaississement et durcissement des tissus aboutissant à des fibroses. Des dépôts uriques et calciques entraînent des adhérences, sur les plans de glissements myoaponévrotiques. Cette technique permet la relâche de la tension des fascias par mobilisation analytique et précise, que ce soit au niveau de la main ou du membre supérieur dans sa globalité.

### **3.8 Le nerf**

Le système nerveux périphérique (SNP) est un système de régulation, il apporte des réponses appropriées aux stimuli internes ou externes par l'utilisation d'une combinaison de signaux électriques.

Le nerf est une structure visco-élastique. Son unité minimale est l'axone, une fibre nerveuse qui provient du corps cellulaire. Chaque axone est entouré de l'endonèvre, couche la plus profonde de tissu conjonctif qui isole électriquement chaque axone. Le collagène dans le tube endoneural est principalement constitué de fibres longitudinales, ce qui confère au nerf une certaine résistance aux forces de traction. (29). Le regroupement d'axone forme des fascicules. Leur topographie est variable de proximal en distal. La cartographie fasciculaire évolue tous les 10 millimètres. Ces fascicules sont eux même entourés d'une gaine, le périnèvre qui protège les tubes endoneuraux par ses fibres de collagène et d'élastine.

Cette protection s'opère dans les forces de traction, cisaillement et compression appliquées sur le nerf. La matrice extra cellulaire du périnèvre complète cette action de protection endoneurale. L'épinèvre est un tissu conjonctif bien plus lâche, subdivisé en deux couches, interne et externe. Il assure également une fonction de protection du tronc nerveux contre ces mêmes forces. Son épaisseur varie en fonction des zones à protéger. Il est épaissi dans les zones à risque de compression, il facilite aussi le glissement entre les fascicules. Au fur et à mesure que les nerfs s'étirent, les fascicules glissent au sein de la matrice de collagène.

Lors de la section d'un nerf, la dégénérescence wallérienne va provoquer la dégradation du moignon distal du site lésionnel qui va s'étendre dans les 24-36 heures au reste de l'axone. La microsuture directe chirurgicale va permettre une repousse de ce nerf par neurotropisme. Il s'écoule 30 à 45 jours pour que la repousse dépasse la zone de suture pour ensuite progresser de 1 millimètre par jour. Le temps de rétablissement fonctionnel est proportionnel à la distance que le nerf doit réparer. Le respect de la cartographie proximale et la suture face à face des réseaux fasciculaires est nécessaire pour éviter l'entrecroisement des fibres lors de la cicatrisation et un respect des territoires cutanés et moteurs innervés initialement. Le nerf par sa structure visco-élastique possède une tension physiologique qu'il faut recréer lors de la suture réalisée si possible en position articulaire longue (30). De ce fait une immobilisation secondaire d'au moins 3 semaines, voire plus en cas de lésions tendineuses associées, est indispensable à la cicatrisation. Une position en détente articulaire est privilégiée pour éviter toute tension et contrainte dans la repousse cicatricielle.

Comme dans toute cicatrisation, le phénomène inflammatoire est à l'origine d'un œdème. Toute compression du nerf est délétère à sa repousse, et pourvoyeuse de douleurs neuropathiques. La présence d'un hématome peut également être à l'origine de lésion iatrogène.

Le SNP peut être comparé de manière simpliste à un réseau électrique câblé mais il est soumis à une certaine mobilité. Lors de différents mouvements, le SNP est appelé à fonctionner alors qu'il peut être étiré, comprimé ou en mode stationnaire. Millesi et coll. en 1990 (31), ont noté un allongement de 20% du nerf médian lors du passage de la flexion à l'extension complète du coude et du poignet. Lors du passage en flexion du rachis cervical et thoracique c'est la moelle épinière qui est soumise à un étirement de 5 à 9 centimètres. Les fibroses post chirurgicales et les adhérences des plans de glissements favorisent nettement cette tension neurale.

Elles deviennent source de phénomènes inflammatoires locaux et douleurs neuropathiques (31). Miyamoto en 1976 (32), prouve chez le rat qu'à partir de 8% d'allongement du nerf, le flux vasculaire est altéré par le resserrement du périnèvre et l'augmentation de la pression endoneurale. Il prouva également que la qualité des potentiels d'actions était influencée par la structure visco-élastique des nerfs. (32)

L'installation et l'aménagement de l'environnement du patient LIPMG est donc un élément essentiel à une repousse nerveuse de qualité et à l'éviction de phénomène iatrogène.

Dans le lit, le patient est allongé en décubitus dorsal strict, dans la position physiologique optimale, sans flexion du rachis thoracique et cervical. La tension impliquée par la position du lambeau peut être réduite par l'ajout sous le coude d'un coussin de surélévation en microbilles.

Dans la journée, toute position combinant enroulement des épaules et flexion du rachis cervical et thoracique est proscrite. Les habitudes de vie quotidienne ne favorisent pas la tolérance de cette position physiologique, des exercices sollicitant la chaîne postérieure et l'adduction des épaules avec un travail des fixateurs d'omoplates sont à proposer.

Le nerf ne possédant pas de système lymphatique, des mobilisations spécifiques longitudinales aideront au drainage de son environnement proche. Ces manœuvres décrites par J. Jabre en 1994 (33), permettent en outre d'améliorer le lit du nerf, de retrouver les plans de glissement et éviter toute formation fibrotique avec les plans sus et sous-jacents. Le flux axonal est réamorcé de manière directe par le drainage de l'espace para-neural, et de manière indirecte par l'amélioration de la vascularisation induite par le massage. La mobilisation spécifique longitudinale doit suivre le nerf sur 3 à 4 centimètres en l'écrasant légèrement et être réalisée pendant 1 à 2 minutes. Son effet n'étant pas pérenne dans le temps, elle doit être reconduite toutes les 4 heures, raison pour laquelle le patient est éduqué à l'automassage. En revanche, toute mobilisation neuro-méningée est à proscrire, car si le nerf est étiré, les fibres cicatricielles seraient endommagées lors de la traction-étirement. L'examen clinique à chaque intervention des rééducateurs est indispensable au contrôle de toute lésion iatrogène à type de compression du nerf.

### **3.9 La peau**

La peau est l'organe le plus grand du corps humain. Véritable barrière de protection contre le monde extérieur, la peau est aussi ce que l'on voit, elle est d'une importance capitale dans l'image corporelle. Les patients traités par LIPMG sont traumatisés de la main, organe social de référence et l'aspect esthétique de la chirurgie n'est pas neutre avant dégraissage. Il faut précocement s'attacher à conserver les particularités physiologiques de la peau, ses plans de glissement et éviter toute complication cutanée à type de rétraction, adhérence ou hypertrophie.

La peau contient les récepteurs sensitifs les plus nombreux, et les plus diversifiés qui sont l'essence même de sa propriété sensitive et tactile. Les corpuscules de Pacini, Ruffini, Meissner, les terminaisons nerveuses libres, et papilles de Merkel sont tous présents dans les parties supérieures de la peau (épiderme et derme). Les corpuscules de Pacini et les corpuscules de Meissner, situés dans le derme papillaire, sont des récepteurs sensoriels particulièrement sensibles au toucher léger, stimuli mobiles et vibrations. Les cellules de Merkel détectent par leurs microvillosités les pressions légères, elles sont à adaptation lente. Les corpuscules de Krause sont des thermorécepteurs tandis que les corpuscules de Ruffini sont des mécanorécepteurs.

Différents troubles sensitifs résultent de leurs lésions, une multiplicité d'influx douloureux émane de ces mécanorécepteurs lorsque les sensibilités mécanique (pression, vibration, épicritique), thermique, douloureuse (nociception), sont touchées.

Les mobilisations indispensables à la diminution de l'œdème et le soin des lésions tendineuses, la lutte contre l'apparition des raideurs et des rétraction capsulo- ligamentaires, induira de facto une mobilisation cutanée. L'analyse quotidienne de la peau et son examen clinique : coloration marquée, inflammatoire, réactive au prurit, douleurs neuropathiques, troubles trophiques, sont autant d'indices de l'état général du patient.

### **3.10 La sensibilité**

Les qualités de la sensibilité et de la mobilité sont les conditions d'une main fonctionnelle. Dans le traitement des lésions pluriétagées des mains complexes, l'évaluation de la sensibilité peut passer au second plan. En outre, étant donné le diamètre de quelques microns des fibres nerveuses, la réparation ad integrum est impossible. La richesse de l'innervation sensitive de la main et son nombre élevé de récepteurs (mécanorécepteur, thermorécepteur, nocicepteur, récepteur articulaire et musculaire) sont la raison de la finesse et précision de la sensibilité manuelle. Or le moindre trouble sensitif crée un défaut d'adaptation, de serrage, ou de reconnaissance compromettant l'efficacité de la préhension pour aboutir à un échec dans la prise, à une maladresse.

La rééducation sensitive n'est traditionnellement introduite qu'après réinnervation de la main, sa mise en œuvre tardive peut être un facteur explicatif des mauvais résultats fonctionnels après réparation nerveuse. Le but d'une prise en soin précoce est de limiter la réorganisation corticale qui suit la réparation nerveuse lors d'une désafférentation liée à une section.

Pour favoriser cette rééducation sensitive, le toucher est stimulé en interaction avec les quatre autres sens (34). Le nombre d'entrée perceptives renforce l'expérience du toucher, surtout lorsque ce dernier est affaibli. Ouïe, gout, odorat, et vue décupleront les sensations tactiles.

Yhi considère le cerveau comme un concept holistique et associe pour chaque tache une combinaison d'informations visuelle, tactile et acoustique, redéfinissant les territoires traditionnellement associés à chaque sens.

La rééducation sensorielle selon Yhi est commencée dès le lendemain de l'intervention chirurgicale. Elle vise à inonder le cortex sensoriel en informations pertinentes pour maintenir la carte corticale de la main.

Thérapie du touche à tout, thérapie par illusion de sensation (avec un miroir), stimulation bilatérale yeux ouverts et yeux fermés et stimulations vibratoires transcutanées sont autant de méthodes à mettre en place pour cette rééducation sensitive de première intention.

Elle a aussi pour objectif de prévenir et traiter la survenue de phénomènes irritatifs locaux (paresthésie, dysesthésie), dans un territoire déficitaire.

### **3.11 La douleur**

L'International Association for the Study of Pain (IASP) a défini la douleur, en 1979 et réactualisé sa définition en 2020, comme une « Expérience sensorielle et émotionnelle désagréable associée à, ou ressemblant à celle associée à, une lésion tissulaire réelle ou potentielle. » La douleur est un phénomène neurophysiologique complexe, multidimensionnel, subjectif et individuel, lié à l'histoire de vie de chacun (35). L'apparition des nouvelles notes juxtaposées à la définition fait ressortir le rôle essentiel des rééducateurs et divers intervenants auprès des patients. Il est maintenant clairement établi que dans l'exercice de la physiothérapie, l'écoute et la prise en compte de la douleur sont essentielles. Son aspect multidimensionnel, va de pair avec une prise en soins holistique et globale du patient (36).

#### 3.11.1 Les douleurs nociceptive et neuropathique

La douleur neuropathique est liée à une lésion d'un nerf périphérique. La douleur nociceptive apparaît après une agression de l'organisme et à la suite d'un excès d'influx.

Les récepteurs créent un message transmis suivant deux grands types de voie. Le système lemniscal chemine depuis les récepteurs cutanés via des fibres sensibles de gros calibre myélinisées ( $A\beta$ ) vers les racines postérieures puis les cordons postérieurs de la moelle. Ce système correspond aux sensibilités proprioceptives et épicrotiques (35).

Le système extralemniscal utilise les fibres myélinisées de petit calibre ( $A\delta$ ) et des fibres amyéliniques (C) pour transmettre des informations issues des récepteurs nociceptifs et thermiques. Ce sont les terminaisons libres qui jouent le rôle de nocirécepteurs.

Le type de fibres intervenant dans la diffusion des influx expliquent les différents types de douleur ressentis par un patient (35).

Le premier type de douleur, ressenti très rapidement correspond aux fibres  $A\delta$ , il est plutôt décrit comme une piqûre. Il est bref, rapide, et la douleur est aiguë. Le second type de douleur arrive plus tardivement, il est évocateur d'une brûlure, il correspond à l'activation des fibres C. Ce sont les mécanorécepteurs tactiles qui sont à l'origine de la naissance de ces influx.

### 3.11.2 La douleur nociplastique

En 2016, l'IASP a proposé une nouvelle taxonomie en introduisant la douleur nociplastique.

Elle résulte d'une altération de la nociception sans évidence claire de lésion. Cette douleur repose sur un défaut des systèmes de contrôle et de transmission, conséquence d'une modification cellulaire dans la moelle et au niveau cérébral.

Tout l'enjeu dans la prise en soin des mains complexes est donc ne pas chroniciser les douleurs d'origine traumatique. L'éviction des phénomènes algiques écarte le risque de modification cérébrale et un ancrage chronique des souffrances.

Le ressenti de la douleur est un phénomène très subjectif qui peut être extrêmement différent selon les individus, mais aussi chez une même personne selon son environnement.

Le contexte affectif, socio-culturel, ethnologique ou religieux peuvent aussi largement moduler la perception de la douleur. L'imagerie cérébrale montre d'ailleurs que les centres cérébraux responsables de la perception de la douleur sont liés aux centres des émotions.

Les traitements de la douleur sont donc multimodaux. Ils associent les traitements médicamenteux et non médicamenteux.

### 3.11.3 Les traitements médicamenteux

Les analgésiques et coanalgésiques pour les douleurs inflammatoires restent les molécules les plus utilisées. Les antalgiques de référence : le paracétamol, l'aspirine, les anti-inflammatoires ont une place de choix et sont parfois associé à des opioïdes de palier 3 comme la morphine et ses dérivés pour les douleurs les plus rebelles. Les douleurs neuropathiques sont équilibrées grâce à des antiépileptiques et antidépresseurs. Les anti-inflammatoires non stéroïdiens retardent le processus de cicatrisation lors de la phase inflammatoire (Kozier et al, 2012)(37). Dans des traumatismes complexes de la main traité par LIPMG ayant déjà largement porté atteinte au système tégumentaire, nerveux et sanguin, il apparait pertinent de chercher à éliminer les effets indésirables des AINS et trouver une méthode alternative qui permette une diminution de l'utilisation de ces médicaments.

#### 3.11.4 Les traitements non médicamenteux

L'innocuité de ces pratiques, l'absence d'effets iatrogènes rendent intéressants les traitements non médicamenteux chez certains patients et en font des alternatives à pas ignorer. Les thérapies psychocorporelles (hypnose, relaxation, méditation, musicothérapie) trouvent ici toute leur place. Il est essentiel de rappeler que toutes les études démontrent que l'effet placebo peut influencer les résultats jusqu'à 40% dans les douleurs postopératoires selon les études.

La multidisciplinarité des SMR permet le recours d'un psychologue pour l'accompagnement et la gestion des conséquences psychologiques du traumatisme brutal. Les séances permettent une mise en mot du vécu et ont pour but d'éviter la survenue d'un syndrome de stress post traumatique. Les réminiscences du traumatisme pourront être traitées en parallèle par des équipements informatiques innovants. Je traiterai ultérieurement de la chromothérapie et de la réalité virtuelle, véritables médiateurs à la psycho-traumatologie.

Les physiothérapies locales par techniques électrique et vibratoire, la photobiomodulation (PBM) sont autant d'autres traitements non médicamenteux de la douleur qui révèlent d'autres intérêts thérapeutiques.

### **3.12 L'électrostimulation**

L'électrostimulation repose sur l'utilisation non douloureuse d'un courant de faible intensité transmis à la peau par des électrodes afin d'obtenir une réponse ciblée sur une zone traitée. Le champ d'action de cette technique est vaste, en fonction des programmes, de leur intensité et amplitudes ; l'effet recherché peut être complètement différent.

A hautes fréquences (100Hz), la Neuro Stimulation Electrique Transcutanée (TENS) permet d'atténuer la douleur. La TENS agit par synergie de deux actions : la production d'endorphine et la théorie du Gate control. La stimulation des afférences de gros calibre influe sur la sensibilité à la douleur en inhibant l'action des fibres nociceptives au niveau des cornes postérieures de la moelle épinière (Sluka et Walsh, 2003) (38). Bien que favorable sur l'antalgie, ce type de courant est toutefois à éviter en cas d'hématome. L'effet hyperémiant induit par la sécrétion d'endorphine peut accentuer ce phénomène d'épanchement sanguin en post traumatique.

Sur les muscles, entre 30 et 70 Hz, les Stimulations Electriques Neuro Musculaires (NMES) d'un nerf périphérique intact induisent des contractions musculaires qui permettent également la régulation de l'œdème par effet de pompe musculaire influant sur le flux veineux et lymphatique rétrograde. (Broderick et al. 2013) (39).

Les NMES ont dans un autre cadre, un effet neuroplastique lorsqu'elles sont utilisées pour préserver la masse musculaire et l'empreinte corticale lors d'une immobilisation. La stimulation électrique recrée ici une illusion de mouvement. (Walls et al, 2010) (40). Dans le cas particulier des LIPMG, l'immobilisation relative et les lésions pluritissulaires contre indiquent, dans un premier temps, les stimulations électriques par apport au délai de cicatrisation et au mouvement provoqué. Néanmoins l'utilisation combinée des NMES avec un miroir permettent d'en détourner leur utilisation et d'obtenir un synergie des deux techniques (41).

Un traitement sur un muscle dénervé par Stimulation Electriques Musculaire (EMS) est aussi possible. Les travaux de Gordon et al. (42) mettent en évidence l'intérêt de la stimulation électrique dans la régénération axonale et la réinnervation musculaire après suture chirurgicale du nerf. Le résultat est favorable pour les stimulations de faible intensité (43). Compte tenu des chronaxies et rhéobases, il est préconisé un traitement percutané à 2Hz pour une intensité de 1 à 4 mA sur une courte durée (5 minutes).

En outre, l'intensité doit être bien supportée, suffisante pour contracter mais pas trop élevée afin de ne pas présenter d'effets néfastes sur le processus de régénération.

Dans un tout autre modèle M.Messerli, en 2011,(44) explique que la stimulation électrique dirige les cellules afin d'en favoriser la migration vers le centre de la plaie. Les stimulations électriques favorisent ainsi la cicatrisation des plaies chroniques telles que les ulcères diabétiques et les escarres.

Dans le cadre du projet thérapeutique des patients MacGregor, l'électrothérapie est un outil de choix, pour toutes les possibilités décrites.

### **3.13 Les Stimulations Vibratoires Transcutanées (45) (46) (47)**

H. Neiger dès 1986 (48) décrivaient les Stimulations Vibratoires Transcutanées (SVT) comme un moyen préventif et curatif à l'immobilisation en facilitant la reprogrammation sensorimotrice tout en bloquant les informations douloureuses au niveau de la moelle épinière. Les SVT se sont révélées être un outil puissant pour la sédation de la douleur. L'usage des vibrations mécaniques pour calmer la douleur remonte certainement à l'Antiquité puisque Hippocrate recommandait déjà d'utiliser un lit vibrant pour la soulager. Utilisé de façon tout aussi empirique, le trémousoir préconisé plus tard par Voltaire repose sur le même principe.

L'activation des mécanorécepteurs de la peau sont à la genèse d'effet antalgique, tandis que la stimulation sur les fuseaux neuromusculaires, yeux fermés, crée une illusion de mouvement (46). Les SVT activent le système nerveux avec des informations sensorielles identiques à celles du mouvement naturel. Les SVT augmentent ainsi le nombre d'afférences motrices et luttent parallèlement contre la raideur et la douleur. Les effets perceptivomoteurs, proviennent de la stimulation des fuseaux neuromusculaires, les vibrations engendrent une activation de la boucle du réflexe myotatique qui par suite au relâchement d'un muscle provoque la contraction de son antagoniste.

Le mécanisme des SVT est en outre lié au Gate control et à un mécanisme d'origine centrale lié à la réorganisation corticale. Cette action sur la douleur se fait au niveau de la corne dorsale de la moelle épinière, elle repose sur le fait que la stimulation des fibres de gros calibre à vitesse de conduction rapide bloque les influx nociceptifs véhiculés par les fibres lentes de faible diamètre.

Ce phénomène de priorisation de la voie rapide empêche la remontée des messages douloureux vers les centres supérieurs (47) (49). La fréquence des SVT doit se situer entre 70 et 120 Hertz pour une amplitude de 0,2 à 0,4 millimètre. L'effet antalgique apparaît rapidement mais n'est pas pérenne, cette action doit être reproduite régulièrement.

Quant à Rubin, en 2004, il décrira même que les SVT stimulent les ostéoblastes.(50) D'autres études confirment ce phénomène (51) et valident la stimulation de la synthèse du collagène (52). Leur innocuité, l'indolence et l'absence de contre-indication imposent les SVT dans les rééducations de l'appareil locomoteur (53) et le caractère multimodal de cette technique en fait un autre incontournable dans la prise en soin précoce de LIPMG.

### **3.14 La lumière**

La lumière est un traitement dont on retrouve les traces dans l'Égypte ancienne, les empires de Chine et de Rome. Exploitées depuis des décennies dans les établissements de santé, elles sont encore sources de nombreuses études. Ces thérapies regroupent notamment la luminothérapie, (traitement par la lumière blanche, à large spectre), la chromothérapie et la PhotoBioModulation (PBM).

#### **3.14.1 La photobiomodulation**

La PBM, connue auparavant sous l'acronyme LLLT – Low Level Laser Therapy consiste à reproduire les interactions de la lumière naturelle avec des lumières LED de différentes intensités, couleurs et longueurs d'onde. Il y a presque 50 ans, Mester répétait l'expérience de McGuff qui avait utilisé le laser rubis pour guérir des tumeurs expérimentales implantées chez des hamsters. (54) (55) Mester a observé lors de l'utilisation de son laser moins puissant une guérison des plaies cutanées liées à l'implantation des tumeurs.

Le principe de fonctionnement de cette PBM est une augmentation de l'activité cellulaire mitochondriale. Chaque couleur de laser a sa propriété thérapeutique liée à sa longueur d'onde : antalgique, anti-inflammatoire (56), cicatrisante ou activatrice de la circulation sanguine (57). Hopkins et al., en 2004 (58) démontrent que la PBM améliore la néovascularisation, favorise l'angiogenèse et augmente la synthèse du collagène pour favoriser la guérison des plaies aiguës.

Les photons sont absorbés par les chromophores mitochondriaux dans les cellules de la peau. La peau convertit la lumière en chaleur par agitation thermique de ces chromophores.

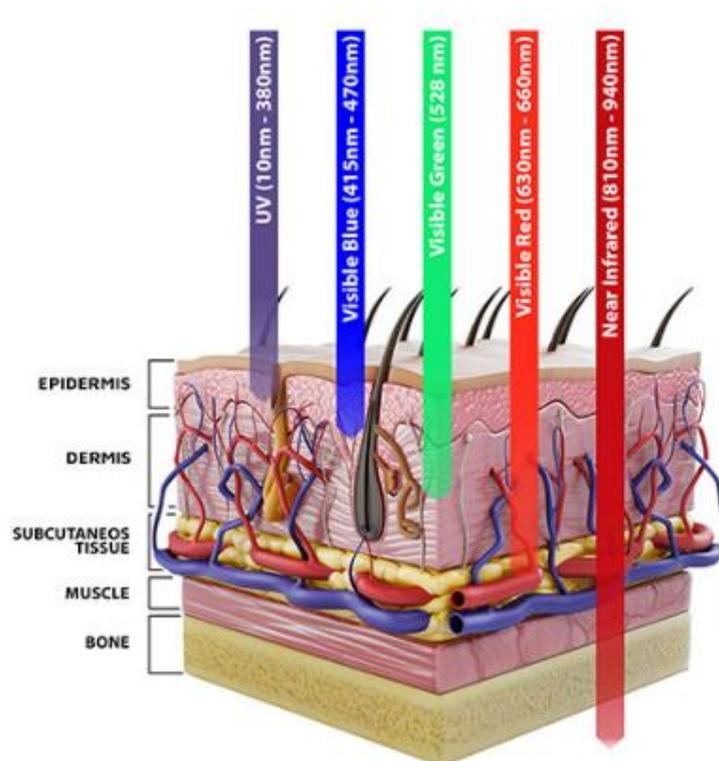
Les cellules fortement pourvues en mitochondries, augmentent alors leur activité métabolique. Dans le cas des mains complexes traitées par LIPMG, cette prolifération cellulaire et synthétisation accrue de nouvelles protéines est particulièrement intéressante pour les cellules musculaires et les neurones (59). Diverses voies sont activées ce qui autorise une réparation et une guérison accrues des tissus (57).

La PBM est capable de réguler positivement le stress oxydatif, (pourvoyeur d'apoptose et donc de défaut de cicatrisation tendineuse) et diminue globalement l'inflammation (60).

Bien que la peau soit naturellement exposée à la lumière et plus que tout autre organe, elle répond toujours bien aux longueurs d'onde rouge et proche infrarouge (700 nm).

Hamblin suggère un traitement par l'irradiance inférieure à 100 mW/cm<sup>2</sup> sur la peau et comprise entre 30 et 60 mW/cm<sup>2</sup> pour les rouges et le proche infrarouge (60). Pour atteindre les 30 joules optimaux, la durée dépend de la puissance de l'appareil.

Dans un tout autre cadre thérapeutique la longueur d'onde 440 nm, a un effet sur le bien-être et l'humeur. La lumière bleue stimule les cryptochromes jouant un rôle dans le rythme circadien et aident à lutter contre les difficultés d'endormissement, les troubles du sommeil et les angoisses nocturnes. Ces bienfaits sont intéressants dans le cadre des traumatismes concourant à un potentiel états de stress post traumatique et permettent une régulation des réminiscences de l'accident.



profondeur de pénétration des lasers. ArrcLed (61)

### 3.14.2 La chromothérapie

La chromothérapie est un traitement de luminothérapie qui utilise des lunettes spécifiques qui projettent une longueur d'onde sélectionnée. Le choix précis des couleurs est fait en fonction du traitement à apporter. Cette thérapie ciblée débute par une sur-stimulation sensorielle provoquée par des clignotements lumineux puis fait place à une phase de lâcher-prise, de profonde relaxation et de récupération par accès aux ondes cérébrales alpha, voire théta (62).

Ces dispositifs deviennent de plus en plus innovants en stimulant divers canaux sensoriels grâce à l'adjonction de casque et sont une réponse non médicamenteuse à la lutte contre la douleur, la gestion des troubles du sommeil, du stress et de l'anxiété. A la manière de B. Rosén dans la rééducation de la sensibilité qui prône un travail utilisant tous les sens (34), les effets de la chromothérapie sont potentialisés par la stimulation plurisensorielle. Les casques permettent d'ajouter aux modulations de lumière des sons, il existe des dispositifs aussi pour la stimulation de l'odorat. Allongés dans des fauteuils spécifiques (vibrant, chauffant) les patients peuvent être amenés à une amplification des sensations par stimulation de multiples récepteurs sensoriels.

Trois à quatre séances de 30 minutes par semaine suffisent. Des études de corrélation sont en cours bien que l'utilisation de la PBM et de la chromothérapie ne soient encore qu'embryonnaires en traumatologie comparativement à l'oncologie où elles font partie intégrante des soins de support. Ces thérapies physiques non invasives émergent progressivement dans le domaine des neurosciences.

### **3.15 La neuroplasticité**

Liepert en 1995 (63) et Lissek en 2009 (64) démontrent que la sensibilité discriminative et la représentation corticale d'un membre ou d'un segment de membre diminue proportionnellement à la durée d'immobilisation.

Hortobagyi en 2000 (65), puis Lebon et al en 2017 (66) valident le fait que l'immobilisation réorganise le cortex moteur et modifie l'excitabilité corticospinale. Le patient est incapable de recruter un nombre élevé d'unité motrice ce qui conduit à une perte de force de 47% alors que seulement 11% de cette perte est attribuable à l'amyotrophie. Le cerveau est en perpétuel remaniement, les réseaux fonctionnels et les connexions se modulent selon l'activité.

L'homonculus de Penfield n'est pas figé, c'est une entité dynamique en état d'équilibre, qui varie en permanence en fonction de l'expérience sensorimotrice.

L'altération des récepteurs sensitifs et proprioceptifs en engendrant des modifications des afférences sensitives vont perturber ce schéma moteur (67). Cette réorganisation des cortex somato sensoriel et moteur engendre un feedback proprioceptif et visuel discordant avec l'intention motrice. Cette détection de conflit par le système cortical implique l'apparition de douleur.

Il faut régulariser cette réorganisation corticale par l'imagerie motrice car la plasticité cérébrale est activité dépendante. Toute stimulation ou manque de stimulation modifie la structure du cerveau et son fonctionnement futur. Ces programmes d'imagerie motrice utilisent des propriétés spécifiques de certains neurones.

### 3.15.1 Les neurones canoniques

Un type de neurones dits canoniques a été repéré pour s'activer à la simple vue d'un objet saisissable par le mouvement de préhension de la main codé par ce neurone. Comme si le cerveau anticipait une interaction possible avec cet objet et se préparait en conséquence.

### 3.15.2 Les neurones miroirs

Les neurones miroirs ont été identifiés dans la région motrice du cortex frontal du singe au début des années 1990 par G. Rizzolatti (68). Ces neurones s'activaient non seulement quand le singe mangeait une banane, mais aussi, et c'est là leur particularité, quand le singe ne faisait que regarder l'un de ses congénères manger une banane. Plusieurs études confirment l'existence des neurones miroirs dans le cerveau humain (69). Notamment celle qui par IRM détecte chez des danseurs de ballet classique, des changements d'activité cérébrale lors de la visualisation d'extrait vidéo de danseurs de capoeira. Les résultats obtenus montrent que les régions du cerveau humain associées à ce système de neurones miroirs étaient plus actives quand un danseur regardait la sorte de danse qui était la sienne que lorsqu'il regardait l'autre type de danse. De plus, dans le groupe contrôle constitué de gens qui n'étaient pas des danseurs, l'activité observée était encore moindre que celle des danseurs qui ne regardaient pas leur type de danse, et le niveau de cette faible activité était le même quel que soit le type de danse regardé.

Cette étude plaide donc non seulement en faveur d'un système de neurones miroirs dans le cerveau humain, mais montre que son activité est sensible au niveau d'entraînement pour certains types de mouvements particuliers.

Cette activité accrue, n'est pas située dans les zones visuelles du cortex occipital, mais bien dans la région motrice où le cerveau planifie des mouvements complexes.

Plusieurs études d'imagerie cérébrale ont localisé dans notre cerveau un réseau d'aires cérébrales qui est actif lors d'une douleur physique. Divers modes de neurones miroir sont dorénavant mis en exergue, les neurone miroir du toucher, de la douleur, et des neurones miroirs auditifs qui s'activent lorsque l'on entend quelqu'un faire une action.

Les neurones miroirs et canoniques ont cependant en commun de générer tous les deux une représentation interne d'une action, qu'elle soit effectuée, vue ou anticipée. Ce système de neurones doit donc être au maximum exploité dans un programme d'imagerie motrice après avoir repéré les mouvements du répertoire interne du patient en fonction de son histoire de vie, son métier, ses loisirs. Les outils doivent être familiers et usuels. La signification des mouvements travaillés est essentielle. L'action doit faire partie intégrante du répertoire moteur du patient.

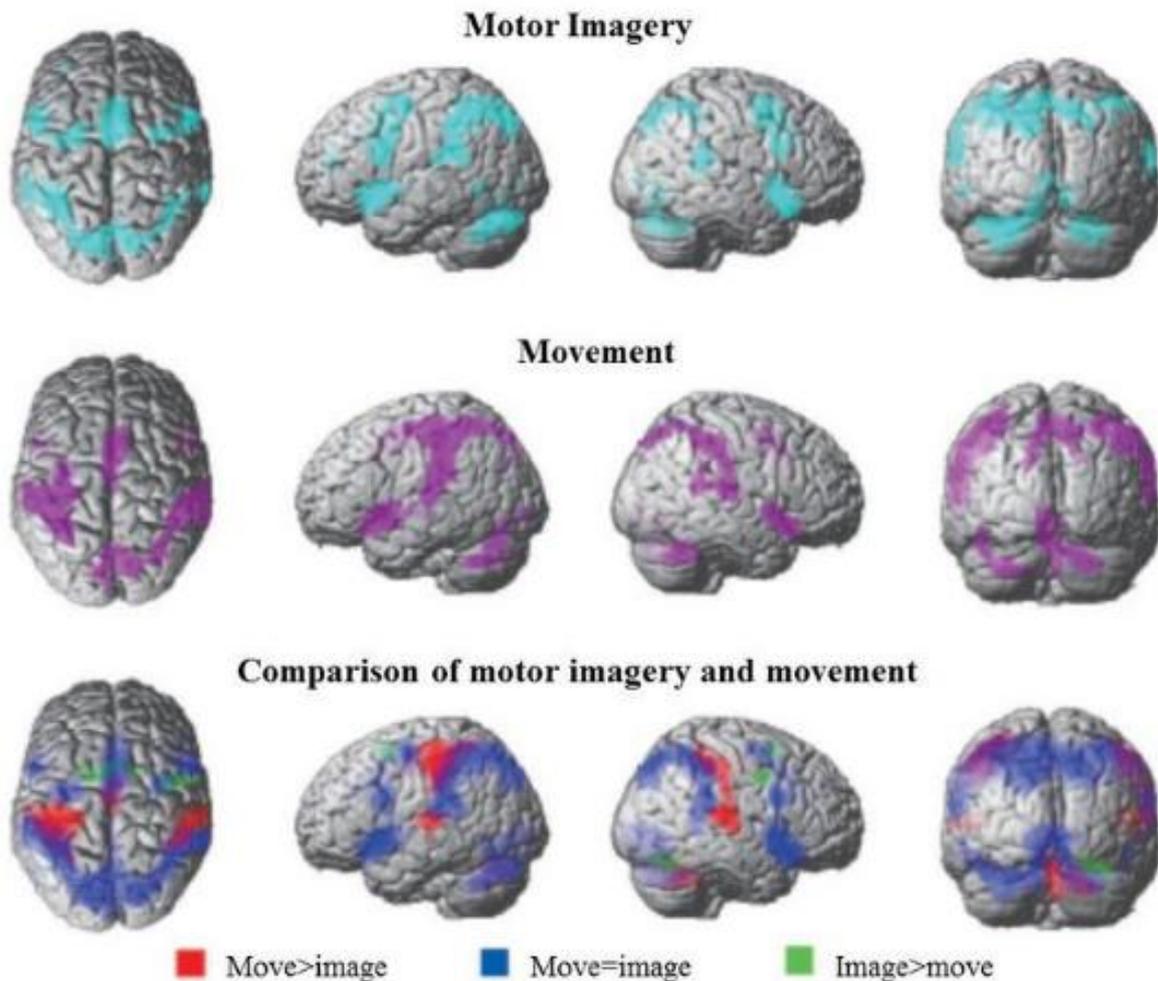
### **3.16 L'imagerie motrice**

L'Imagerie Mentale (IM) est la représentation d'un mouvement sans exécution physique. Cette représentation mentale est d'autant plus prégnante cérébralement que différents vecteurs sensoriels y sont associés : une perception, un sentiment, un goût, une odeur, un souvenir.

Les capacités d'IM sont différentes d'un individu à l'autre mais accessibles à tous car tout un chacun conceptualise et imagine. Toute personne peut ainsi construire une représentation mentale de quelque chose d'improbable, c'est déconcertant mais spontané. Si, à la lecture de cet écrit, je vous demande d'imaginer maintenant deux petits chats face à face, debout sur 2 pattes en train de faire une partie de tennis sur un terrain en terre battue ; vous allez tous réussir cette conceptualisation. La clarté des images visualisée diffère selon chacun, les images sont plus ou moins floues et l'action plus ou moins détaillée et précise mais chacun aura sa propre évocation mentale. Nous faisons cela plusieurs fois par jour. L'IM est donc un outil de rééducation simple, accessible et peu coûteux, facile à mettre en place dans la rééducation fonctionnelle.

Hanakawa en 2008 (70) a prouvé par imagerie fonctionnelle qu'il existait une équivalence neurofonctionnelle entre imaginé et réalisé. S'imaginer réaliser une action présentant de fortes similitudes fonctionnelles et structurales avec sa pratique réelle, active des régions corticales

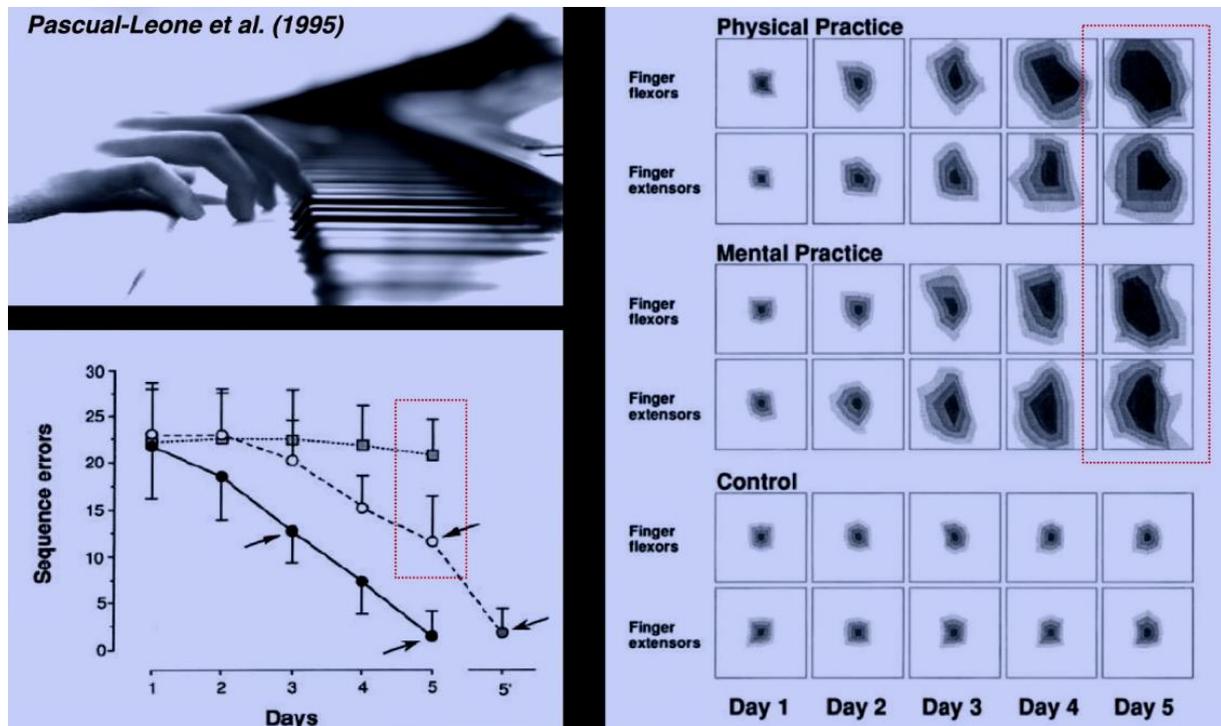
communes. Les imageries fonctionnelles montrent une superposition imparfaite mais importante de ces régions qui permet de conclure à une équivalence neurofonctionnelle entre ces deux concepts d'imaginé et réalisé.



Hanakawa et al. 2008 Comparaison des aires actives lors d'un mouvement imaginé ou exécuté (70)

Pascual-Leone en 1995, a mis en évidence sur un groupe de pianistes professionnels que le fait de s'entraîner mentalement 2 heures par jour pendant 5 jours sur une séquence de piano, permettait d'accéder à un niveau de performance significativement plus élevé que le groupe contrôle qui effectuait une activité neutre de durée équivalente. L'entraînement mental a une courbe de progression moins importante que l'entraînement physique, néanmoins le niveau de performance atteint par l'entraînement mental équivaut au niveau atteint au troisième jour par ceux qui s'entraînent physiquement. En revanche, en rajoutant 2 heures de pratique physique supplémentaire au groupe qui s'est entraîné mentalement, alors ils atteignent un niveau de performance strictement équivalent au groupe d'entraînement physique (71).

Parallèlement, la taille de la représentation de la surface corticale des muscles effecteurs augmente, de la même manière pour un entraînement physique ou mental. C'est la neuroplasticité.



Pascual- Leone et all, Modulation of Muscle Responses Evoked by Transcranial Magnetic Stimulation during the Acquisition of New Fine Motor Skills (71)

L'IM se distingue sous forme implicite et explicite. Elle se subdivise ensuite selon deux modalités principales : visuelle ou kinesthésique et enfin sous deux perspectives, interne ou externe.

Le travail en IM, débute par des exercices d'IM implicite, et plus précisément par des Tâches de Jugement de Latéralité. Différentes stratégies motrices et visuelles sont utilisées. La stratégie motrice implique après avoir choisi arbitrairement une latéralité du membre photographié ; un mouvement mental d'une main pour tenter de se placer dans la même position que sur l'image. Cette rotation mentale est suivie d'une confirmation ou un rejet de cette décision initiale (dans le cas du rejet de la décision initiale, le processus recommence en manœuvrant mentalement l'autre membre) (72). En pratique l'application « recognise » est très utilisée tout comme des photothèques de main « Yoga des mains ».

Cette stratégie implique une perspective égocentrique. La capacité de rotation mentale est aléatoire et étroitement liée au schéma corporel, néanmoins Berlucchi et Aglioti en 1997 (73), ont prouvé l'activation du cortex moteur primaire résultant de la planification motrice puis celle du cortex pré-moteur et de l'aire motrice ensuite, dès lors qu'il y avait essai de jugement de latéralité.

Cette tâche de jugement de latéralité peut traiter la main comme un objet détaché de soi, à manipuler. Cette stratégie est dite visuelle. La main sera tournée mentalement dans une perspective allocentrique, à la troisième personne.

L'IM explicite est une action imaginée. C'est une reproduction mentale, une séquence motrice qui met en jeu la mémoire de travail. Elle se fait également sans production de mouvement. Le schème pris en considération nécessite d'avoir été mis en mémoire lors d'une expérience de vie antérieure. Cette IM explicite, réactive cette mémoire interne du mouvement, enregistré dans un répertoire propre à chaque individu. Un objet manipulable active automatiquement un programme moteur associé à son utilisation, l'action doit néanmoins avoir une signification, un but et porter une interaction main-objet.

Les différentes modalités visuelle et kinesthésique sont exploitables. La première s'envisage en s'imaginant voir l'action tandis que la modalité kinesthésique s'utilise en s'imaginant ressentir l'action. Les sens sont mis en éveil : la proprioception mise en avant avec un ressenti des tensions, contractions musculaires, changement d'amplitudes articulaires. Le rythme cardiaque peut même se voir être modifié en fonction de ces actions imaginées (74) (75) (76).

Plusieurs perspectives sont aussi utilisables : la perspective interne, égocentrique ou à la première personne : le patient s' imagine faire l'action, ce qui s'accorde avec la modalité kinesthésique. Il ressent et/ou voit l'action de l'intérieur.

Dans la perspective externe dite à la troisième personne, le patient voit une autre personne ou soi-même faire l'action devant lui, ce qui utilise davantage la modalité visuelle. Il est spectateur de l'action.

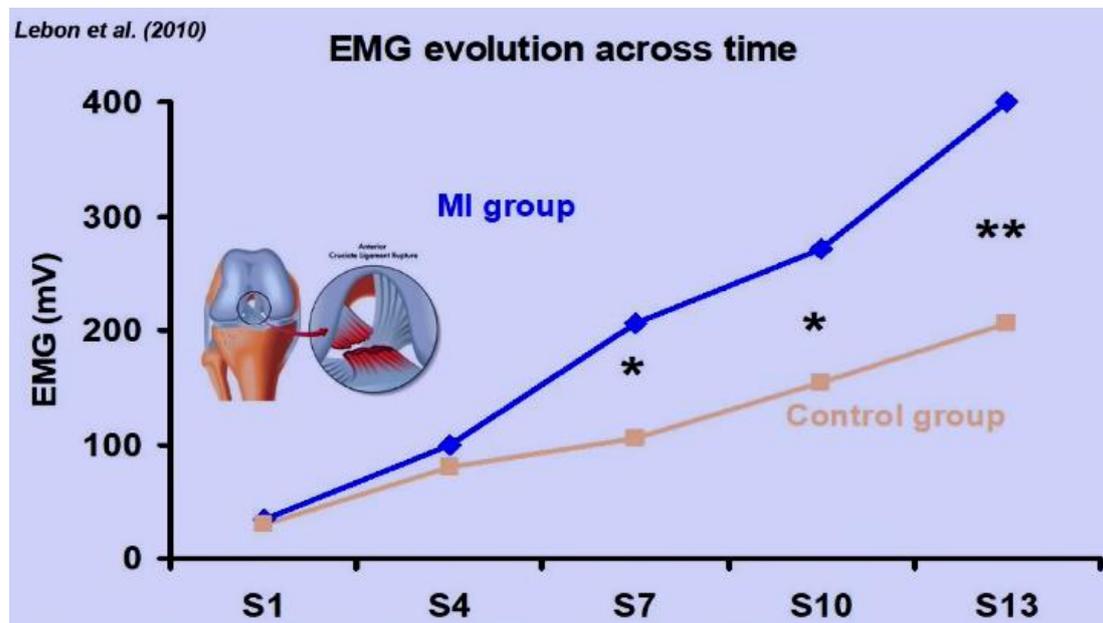
L'imagerie motrice peut suivre un gradient d'intention motrice. Démarrant de la simple intention sans exécution elle peut aussi aller jusqu'à l'amorce d'un mouvement et pourquoi pas finir par la réalisation d'un geste selon les possibilités résiduelles de ce membre. Cette imagerie motrice dynamique ne fera que renforcer l'activation corticale.

### 3.17 L'observation motrice

L'observation d'une action motrice de soi ou de quelqu'un d'autre génère un programme moteur chez l'observateur (Decety 1996 (77), Guillot 2008 (78)). L'Observation Motrice (OM) active les circuits neuronaux responsables de la planification et de l'exécution de nos actions. Les films projetés au patient, les boîtes à miroir et miroir virtuel sont des actions fonctionnelles de manipulation d'objet ou d'outils. L'effet cortical est majoré par la mise en jeu des neurones canoniques.

Les progrès technologiques et les possibilités d'accès aux interfaces tactiles et numériques telles que les smartphones et autres tablettes offrent de nombreuses perspectives et encouragent le développement de ces exercices d'imagerie motrice activant la neuroplasticité et luttant ainsi contre les effets délétères de l'immobilisation.

Cette plasticité cérébrale est aussi mise en jeu, grâce à l'illusion de mouvement induite par les stimulations vibratoires transcutanées. La simulation électrique d'une contraction musculaire permet aussi une réorganisation du cortex cérébral. La meilleure synchronisation des unités motrices permet l'entretien du schéma moteur et un niveau de force plus élevé à la reprise effective d'une activité après immobilisation. (Lebon et al, 2008).



Lebon, F., Rouffet, D., Collet, C., & Guillot, A. (2008). Modulation of EMG power spectrum frequency during motor imagery.(66)

### **3.18 La réalité virtuelle**

A l'heure actuelle, de plus en plus de dispositifs innovants se mettent au service de la rééducation et réadaptation. L'avènement de la réalité virtuelle (RV) dans les établissements de santé est un tournant dans les prises en soins. Elle est un moyen immersif et ludique qui détourne l'attention du patient tout en permettant une interaction sensorimotrice. Le patient est alors acteur dans un environnement virtuel qui lui permet d'avoir l'illusion de la fonction perdue. Sa neuroplasticité est ainsi activée. Cette dimension d'interaction est fondamentale, c'est l'essence même de la réalité virtuelle. Ce type de médiateur permet une multiplicité d'exercices tels que le travail du schéma corporel en Thérapie Miroir sur Virtualis ® grâce à- [Mirror], [Mirror & Ball] et [Parcours Electrique]. Des exercices de mises en situation sont aussi possibles grâce à [ArcVR], [BirdVR] et [SupermarchéVR] pour travailler l'imagerie motrice et stimuler les neurones miroirs ou canoniques selon le mode de travail choisi.

Les systèmes d'analyse du mouvement fournissent quant à eux des informations bien plus précises que les tests papier crayon et bilans d'observation. La dynamique du mouvement est analysée en 3D avec sa vitesse, son accélération et ce, pour une articulation comme un segment de membre. Cette RV s'utilise aussi comme électromyogramme de surface qui donne l'amplitude musculaire et est représenté par un avatar sur une animation virtuelle (79).

D'autres programmes plus contemplatifs propose une échappée- belle à travers une immersion sensorielle. Dans un environnement sécuritaire, confortable et plaisant, c'est l'accès à l'apaisement qui est recherché. Ces programmes de relaxation sont idéaux pour lutter contre la douleur, ils aident à vaincre le stress traumatique lié à un accident. Perspectives, textures, couleurs et ambiances sonores transportent le patient dans un environnement agréable et relaxant où paysages, sons et animations douces concourent à l'apaisement. Forêts luxuriantes, plages paradisiaques, montagnes enneigées, villes en émulation le choix appartient à celui qui effectue ce voyage guidé.

La lutte contre la douleur est une priorité de santé publique en France depuis 2004. Ce type de support permet de concourir à cette lutte en permettant une diminution de l'anxiété et des doses d'antalgique.

Dès 2000, Hunter G. Hoffman (80), avait démontré les bienfaits de la réalité virtuelle sur les douleurs des grands brûlés (81). Depuis, de nombreuses études en neurosciences abondent en ce sens et montrent que, si la douleur procédait de la remontée de signaux envoyés, depuis des récepteurs jusqu'au cerveau, celui-ci pouvait, en retour, sous l'effet d'autres sollicitations, envoyer des messages réduisant ou inhibant la souffrance.

La suite du premier temps opératoire du LIPMG induit une période d'immobilisation et des fortes contraintes et restrictions pour les rééducateurs. La rééducation précoce permet d'éviter les complications ultérieures liées à l'immobilisation et pour cette raison est primordiale. Tous ces concepts de neuroplasticité, d'imagerie motrice et d'observation motrice répondent aux exigences imposées au LIPMG et concourent à débiter la rééducation dès les premiers jours.

La photobiomodulation, la chromothérapie et le TENS stimulent la plasticité cérébrale des aires de la douleur et induit une réorganisation synaptique qui va lutter contre l'apprentissage et la mémoire de la douleur évitant ainsi une chronicisation douloureuse.

## **4. Méthodologie de recherche**

### **4.1 Les éléments de méthode et la stratégie de recherche**

Mon travail est basé sur une étude rétrospective monocentrique réalisée dans l'unité fonctionnelle « traumatologie du membre supérieur – mains complexes » de la clinique du Docteur Ster à Lamalou Les Bains dans l'Hérault.

Les données ont été extraites du logiciel 4D de l'établissement, les patients ont été retrouvés en utilisant les codages CIM 10 (Z945 – MMP) Greffe de peau en excluant les codes liés à la brûlure du membre supérieur (T22 et T23). Une relecture du dossier médical fut nécessaire car il n'existe pas de codage CIM 10 précis pour le LIPMG. J'ai ensuite conservé les patients ayant été traité par LIPMG au niveau de la main et/ou du poignet. La recherche de dossiers fait ressortir deux périodes distinctes durant lesquelles l'occurrence de patients traités par LIPMG était plus importante, deux périodes où les méthodes rééducatives étaient différentes.

De juillet 2008 à juillet 2010, période de mon début de carrière professionnelle, les patients débutaient la rééducation seulement après le sevrage du LIPMG puis de janvier 2021 à

décembre 2022 les patients étaient traités immédiatement après LIPMG, dès la période d'immobilisation relative. Cette seconde période a été sélectionnée car après une absence totale de ce type de chirurgie, une recrudescence de patients a été observé dernièrement. Afin d'avoir une périodicité de traitement de données équivalente, j'ai choisi d'analyser ces 2 dernières années.

Les résultats fonctionnels obtenus auprès des patients de ces 2 cohortes n'étaient pas les mêmes, j'ai donc souhaité vérifier de manière objective l'hypothèse qu'une rééducation menée dès la période d'immobilisation relative était favorable à une meilleure récupération fonctionnelle.

Les données pertinentes ont été anonymisées et collectées dans un tableau Excel puis stockées dans un espace protégé respectant le Règlement Général de Protection des Données. Plusieurs critères ont retenu mon attention : âge, sexe, côté lésé, latéralité, profession, zone IFSSH (International Federation of Societies for Surgery of the Hand) intéressée par le LIPMG, rayon digital touché, étiologie et lésions initiales, traitement chirurgical effectué, délai de début de rééducation, constat des rééducateurs à l'entrée en SMR. Les bilans rééducatifs utilisés sont les suivants : Total Passive Motion (TPM)/Total Active Motion (TAM) de sortie du SMR et analyse selon l'échelle de Kleinert et Verdan, distance Pulpe/pli Palmaire Distal (PPD) en passif et en actif (ou mesure de Boyes), score d'opposition de Kapandji, différence en centimètre de l'empan actif par rapport au côté sain, différence en centimètre de la distance pulpe du pouce - pulpe de l'index en actif par rapport au côté sain, reprise chirurgicale après la sortie pour traitement palliatif des lésions. J'ai ensuite analysé qualitativement ces cohortes.

Parallèlement à cette recherche, j'ai entrepris une revue de la littérature sur la rééducation des LIPMG. Pour une méthode rigoureuse, j'ai choisi d'utiliser le modèle Evidence- Based Practice (EBP) ou Pratique Fondée sur des Preuves (PFP). C'est un modèle complexe d'interactions qui repose sur un triptyque entre pratique clinique du thérapeute, preuve offerte par la science et individualité du patient ; tout en reconnaissant que les soins sont en constante évolution et comportent des incertitudes et des probabilités (Howick et al, 2011) (82).

Ma pratique de soins m'a fait m'interroger sur les prises en soin des patients traités par lambeaux de MacGregor lors d'une chirurgie de sauvetage dans le cadre des urgences. J'ai profité de l'opportunité donnée par ce DIU, pour interroger mes pairs et experts dans le domaine et me suis confrontée à peu de retour d'expérience. J'ai alors recensé la littérature sur le sujet selon les recommandations PRISMA (Preferred Reporting Item for Systematic Review and

Meta-Analysis). J'ai ainsi identifié des références après interrogation de plusieurs bases de données : PubMed, Pedro, Sudoc en utilisant les moteurs de recherche Beluga de la bibliothèque universitaire de la Faculté de Grenoble Alpes pour inclure les revues scientifiques.

Les bases de données ont été interrogées depuis leur création jusqu'au 17 mars 2023. Les stratégies de recherche électronique ont utilisé les termes MeSH : [groin flap,+ upper limb + hand + rehabilitation + physical therapy] NOT [burns + child]. J'ai ensuite sélectionné des références basées sur la lecture du titre et du résumé après suppression des doublons et ai opté sur une éligibilité des articles après lecture du texte intégral pour les inclure dans mon étude et ainsi dresser un état de l'art.

Je n'ai pas retrouvé dans les publications de la Haute Autorité de Santé de protocoles établis.

La rééducation s'appuie essentiellement sur l'expérience et les consensus d'experts qui proposent des recommandations pour la kinésithérapie en l'absence d'études.

Enfin un travail de fin d'étude d'ergothérapie traitait du sujet. Je pouvais me le procurer par le service de prêt entre bibliothèque universitaire, malheureusement cet écrit de 1999 n'a pu être retrouvé.

## **4.2 La population**

La population analysée est composée entièrement de patients ayant bénéficié d'une chirurgie de couverture par LIPMG à minima sur la main, sans critère d'exclusion lié à l'âge, au sexe, ni aux antécédents médicaux. La complexité des lésions, pénétrantes, pluritissulaires et extrêmement délabrantes est liée à la brutalité du traumatisme à haute énergie. Ainsi on retrouve comme étiologie, des mains de portière, des plaies balistiques, des injections de produits sous haute pression et des accidents de travail par machine agricole. Ces mécanismes lésionnels à type de dégantage, arrachement, écrasement, avulsion plus ou moins complétés par des amputations ont des pronostics toujours réservés. Toutes les étiologies étaient retenues sans critère d'exclusion à partir du moment où le traitement par LIPMG concernait au minimum les zones 1 à 5 pour la face palmaire ou les zones 1 à 7 pour la face dorsale de la main.

Les chirurgies de sauvetage doivent être effectuées en urgence, compte tenu du risque d'ischémie, des risques de contamination et du risque infectieux inhérent à l'accident. Plusieurs parages peuvent être réalisés en amont du futur lambeau afin d'obtenir un sous- sol propre et sain.

Ces chirurgies ne peuvent s'inscrire que dans un véritable projet thérapeutique pluridisciplinaire. L'objectif est d'assurer une prise en soin de qualité afin d'optimiser la récupération physique, psychique et sociale. La filière de soins est actée par convention entre les SOS Mains et les SMR, elle permet une prise en soin précoce des patients « lourds » dans un programme de rééducation et réadaptation incluant une prise en soin globale et holistique.

Elle sous-tend également une continuité et surveillance médicale rapide en cas d'aléas thérapeutiques. La médecine physique et de rééducation occupe une place de choix dans le traitement de ces traumatismes complexes, qui requiert un modèle clinique incluant coordination, pluridisciplinarité et efficience.

Le patient MacGregor nécessite l'élaboration immédiate d'un projet thérapeutique basée sur la pluridisciplinarité. La priorité est donnée à la gestion du risque infectieux, des comorbidités et de la cicatrisation. Cette pathologie qui débute le jour de l'accident nécessite un soutien psychologique d'emblée pour éviter l'apparition d'un syndrome de stress post traumatique et permettre un soutien pour l'acceptation d'une nouvelle image du corps. Le traitement de la douleur, l'éducation du patient et la prise en soin rééducative sont d'autres priorités thérapeutiques avec pour objectif ultime : éviter la survenue de raideurs et complications multiples liées aux suites du premier temps opératoire du LIPMG. Dans ce contexte de main complexe, le résultat fonctionnel est réservé. Cette problématique doit être annoncée et explicitée au patient afin d'obtenir une compliance thérapeutique optimale et qu'il adhère, dans son intérêt futur, au travail de l'hyperdextérité de la main controlatérale.

Cette étude regroupe 11 patients dont l'âge moyen est de 39,63 ans. Il y a 1 femme pour 10 hommes. 72% des patients sont des travailleurs manuels. La main dominante est lésée dans 55% des cas. L'étiologie est déclinée en 45,5% d'accident de travail, 36,5% d'accident de la voie publique, et 18% de blessure par arme.

## **5. Résultats**

Les patients sélectionnés pour cette étude ont tous comme point commun un traitement chirurgical par LIPMG au niveau de la main et /ou du poignet. L'étude réalisée repose sur deux cohortes de patients.

La première est composée de 4 patients n'ayant bénéficié de rééducation qu'après sevrage du LIPMG, soit entre 4 et 6 semaines après la chirurgie du lambeau, dénommée cohorte tardive. De plus, ces patients n'ont pas bénéficié de programme d'imagerie motrice.

La seconde cohorte, appelée cohorte précoce, est composée de 7 patients pris en charge dans le même service et ayant également été traité par un LIPMG. Ces patients sont arrivés dans le SMR dès le premier temps opératoire du LIPMG et donc ont bénéficié d'une rééducation précoce, débutée entre J+6 et J+16 jours. Un programme d'imagerie motrice a été mise en place pour palier l'immobilisation relative induite par le lambeau.

Plusieurs évaluations normées ont été choisies afin d'obtenir un état précis de la main. Elles font référence et objectivent une évolution et un résultat fonctionnel.

Ces bilans chiffrés par goniométrie, normés ou côtés en centimètres sont validés, faciles à réaliser et comparables tout en étant précis.

<b>durée séjour en jours</b>	cohorte tardive	cohorte précoce
moyenne	41,25	28,14
		<b>- 38,78 %</b>

Les résultats comparatifs de cette cohorte établissent que la durée de séjour pour la seconde cohorte est bien plus faible que pour la première. Ceci est sans doute à mettre en lien avec les raideurs initiales induites par le LIPMG et l'absence de rééducation précoce de la première cohorte. Les raideurs articulaires et diverses rétractions étaient déjà installées au démarrage de la rééducation. Il a fallu un temps plus long pour traiter ces raideurs et rétractions

Concernant, les bilans articulaires, les TPM (la somme des flexions des 3 articulations - MP, IPP, IPD - diminuée des déficits d'extension de ces mêmes articulations) et les TAM (même calcul en actif) ont été analysés grâce à l'échelle de Kleinert et Verdan. Cette échelle compare les scores de la main lésée avec la main saine.

<b>Echelle de Kleinert et Verdan</b>			
Excellent	Bon	Acceptable	Mauvais
100%	75 - 99%	50 - 74 %	< 50%

<b>TPM selon Kleinert et Verdan</b>	cohorte tardive		cohorte précoce	
	Excellent	30%	50%	25,90%
Bon	20%	55,60%		
Acceptable	0%	50%	7,40%	18,50%
Mauvais	50%		11,10%	

<b>TAM selon Kleinert et Verdan</b>	cohorte tardive		cohorte précoce	
	Excellent	0%	0%	9,10%
Bon	0%	22,70%		
Acceptable	10,50%	100%	45,50%	68,20%
Mauvais	89,50%		22,70%	

La prise en soin précoce des LIPMG permet d'améliorer de 31, 50% le taux d'excellent et bon résultat en ce qui concerne les TPM. Alors qu'il n'y avait aucun bon et excellent résultat pour le TAM de la cohorte tardive, le taux grimpe à 31,8% dans la cohorte précoce.

L'analyse des bilans fonctionnels de Kapandji, de Boyes et des empan indique la même tendance, la rééducation précoce sur la seconde cohorte permet l'obtention de bien meilleurs

<b>PPD passif (mesure de Boyes) en cm</b>	cohorte tardive	cohorte précoce
moyenne	2,87	2,50
		<b>+ 12,89 %</b>

<b>PPD actif (mesure de Boyes) en cm</b>	cohorte tardive	cohorte précoce
moyenne	16,12	8,25
		<b>+ 48,82%</b>

résultats.

<b>score de Kapandji /10</b>	cohorte tardive	cohorte précoce
moyenne	3,75	6,6
		<b>+ 76 %</b>

<b>Δ empan D1 - D5 en cm</b>	cohorte tardive	cohorte précoce
moyenne	- 10,25	- 0,92
		<b>+ 91,02 %</b>

<b>Δ distance D1-D2 en cm</b>	cohorte tardive	cohorte précoce
moyenne	- 4,75	- 0,64
		<b>+ 86,52%</b>

## **6. Discussion**

La rééducation particulière du LIPMG pourrait être comparable au traitement des mains complexes mais ce serait oublier la période d'immobilisation relative des 3 ou 4 premières semaines. Cette immobilisation est un frein alors que la rééducation précoce est un indispensable dans les suites opératoires. Les résultats de cette étude objectivent cet état de fait et confirment des résultats fonctionnels bien meilleurs. L'essor des neurosciences et l'accès aux dispositifs innovants permettent de prendre en charge ces patients complexes en complément d'une kinésithérapie manuelle classique et ouvre de nouvelles perspectives.

Le ressenti de l'équipe de rééducation laissait transparaître une certitude quant à l'amélioration fonctionnelle des patients pris en charge précocement, mais les résultats chiffrés sont encore bien meilleurs qu'escomptés. Le projet de service de l'unité médicale mis en place en 2017, a mis l'accent sur la transversalité et le décloisonnement des métiers permettant une meilleure collaboration des professionnels. Ce management participatif avait pour but de sortir du dogme de l'objectif individuel et de fédérer une équipe autour d'objectifs communs. L'organisation a été repensée pour gagner en agilité et en efficacité. La transformation des méthodes de travail pour innover en permanence tout en maîtrisant le risque a permis de constituer des équipes transverses qui travaillent ensemble en intégrant des compétences de pointe issues de chaque service. Chacun collabore en connaissant son impact sur l'autre.

Le travail transversal met ainsi en adéquation des objectifs avec des moyens de travail mis à disposition en laissant une marge de manœuvre au salarié dans le choix et la manière de gérer ses missions, ses compétences et son parcours professionnel. L'étude met ainsi en exergue la valeur ajoutée de la performance organisationnelle sur les résultats rééducatifs. L'efficacité du protocole minimise le coût pour la société de ce type de lésions (diminution des temps de séjour, diminution de l'incapacité fonctionnelle et des indemnités liées à cette impotence).

Néanmoins cette étude comporte plusieurs biais. L'étude n'est pas randomisée, réalisée sur plusieurs groupes, elle permettrait d'apporter un plus haut niveau de preuve au traitement proposé. La petitesse de l'échantillon est à mettre en lien avec cette étude monocentrique sur période courte.

Un autre biais concerne le nombre de patients dans chaque cohorte qui n'est pas équivalent. La singularité de chaque rééducateur et chaque patient ainsi que leur compliance est aussi un aspect à prendre en compte. Les résultats sont ainsi plus nets chez des patients avec un fort investissement personnel. Enfin un autre biais influençant les résultats est que la sélection à pris en compte indifféremment l'âge, qui peut influencer favorablement la récupération chez les jeunes.

## **7. Conclusion**

La recherche effectuée met en relief que la pratique actuelle répond mieux aux besoins et contraintes spécifiques des LIPMG et permet la proposition du protocole suivant :

### **7.1 Protocole de rééducation des LIPMG**

- Accueil du patient, présentation de l'équipe pluridisciplinaire, validation du projet thérapeutique après réalisation des premiers bilans (cutané/trophique, articulaire, sensitif, macrocible d'entrée), temps d'échange et de verbalisation
- Aménagement de l'environnement du patient, attribution d'aide techniques
- Attribution et réglage du positionnement au fauteuil roulant électrique
- Confection de moufle, adaptations des vêtements
- Conseils et éducation du patient (règles hygiéno – diététiques, autosurveillance)
- Premier pansement en équipe pluridisciplinaire

### **Rééducation quotidienne**

- DLM, PDDE (drainage de l'œdème)
- Mobilisations manuelles spécifiques et analytiques, MAPP, Mobilisation nerveuse
- SVT (antalgie, raideur)
- Electrothérapie (antalgie, FNM, NMES, entretien musculaire, muscles dénervés)
- Imagerie motrice + réalité virtuelle à visée motrice + thérapie miroir (plasticité cérébrale)

- Ergothérapie, travail des habiletés, relatéralisation, hyperdextérité, adaptation appareillage orthétique
- Chromothérapie à visée antalgique et cicatrisante
- Réalité virtuelle à visée antalgique et relaxante
- Travail de la sensibilité par techniques multisensorielles, touche à tout, miroir
- Autorééducation (mobilité du nerf, autodrainage, automobilisation)
- Consultation ponctuelle (psychologue, diététicienne, soins de support)

Réévaluation pluridisciplinaire hebdomadaire avec MPR, bilans actualisés à l'appui

<b>Programme LIPMG</b>						
	<b>Lundi</b>	<b>Mardi</b>	<b>Mercredi</b>	<b>Jeudi</b>	<b>Vendredi</b>	<b>Samedi</b>
<b>08:00</b> 08:30	<b>Pansement + DLM ou PDDE</b>		<b>Pansement + DLM ou PDDE</b>		<b>Pansement + DLM ou PDDE</b>	
<b>09:00</b> 09:30	<b>+ mobi analytique</b>	DLM ou PDDE mobi analytique	<b>+ mobi analytique</b>	DLM ou PDDE mobi analytique	<b>+ mobi analytique</b>	DLM ou PDDE mobi analytique
<b>10:00</b> 10:30	IM + RV électrothérapie	IM + RV électrothérapie	IM + RV électrothérapie	IM + RV électrothérapie	IM + RV électrothérapie	
<b>11:00</b> 11:30	ergothérapie chromothérapie	ergothérapie chromothérapie	ergothérapie chromothérapie	ergothérapie chromothérapie	ergothérapie chromothérapie	autorééducation
<b>12:00</b> 12:30	<b>REPAS</b>	<b>REPAS</b>	<b>REPAS</b>	<b>REPAS</b>	<b>REPAS</b>	
<b>13:00</b> 13:30						
<b>14:00</b> 14:30	mobi analytique + SVT électrothérapie	mobi analytique + SVT électrothérapie	mobi analytique + SVT électrothérapie	mobi analytique + SVT électrothérapie	mobi analytique + SVT électrothérapie	autorééducation
<b>15:00</b> 15:30	ergothérapie sensibilité	ergothérapie sensibilité	ergothérapie sensibilité	ergothérapie sensibilité	ergothérapie sensibilité	
<b>16:00</b> 16:30	RV relaxante	RV relaxante	RV relaxante	RV relaxante	RV relaxante	autorééducation
<b>17:00</b> 17:30	<b>temps consacré aux RDV ponctuels</b>					
	<b>psychologue - confection appareillage orthétique - consultation médicale - évaluation pluridisciplinaire</b>					
<b>20:00</b>	autorééducation	autorééducation	autorééducation	autorééducation	autorééducation	autorééducation

## Bibliographie

1. Société Française de Chirurgie de la Main. Livre Blanc. 2019.
2. Servant J, Revol M. EM-Consulte. [cité 21 mars 2023]. Les lambeaux cutanés. Disponible sur: <https://www.em-consulte.com/article/20680/les-lambeaux-cutanes>
3. Athlani, Dautel. EM-Consulte. [cité 15 févr 2023]. Couverture cutanée de la main et des doigts. Disponible sur: <https://www.em-consulte.com/article/1363534/couverture-cutanee-de-la-main-et-des-doigts>
4. Liot M. Surveillance des lambeaux pédiculés et libres. Approche pratique de la couverture des pertes de substance cutanée de la main et des doigts. Paris 2007 p. 221-4.
5. Vilain R. Le pansement. JB Baillière; 1976. 199 p.
6. Faucher N, Meaume S, Salvatore R, Senet P. Statut nutritionnel et infection, les facteurs de retard de la cicatrisation. Soins Rev Réf Infirm. févr 2000;(642 Suppl):5-8.
7. Ferrandez J, Bouchet J, Theys S, Torres Lacomba M. Elsevier Masson SAS. 2016 [cité 21 mars 2023]. Physiothérapie des oedèmes. De la clinique à la pratique | Livre | 9782294741920. Disponible sur: <https://www.elsevier-masson.fr/physiotherapie-des-oedemes-de-la-clinique-a-la-pratique-9782294741920.html>
8. Buch-Jaeger N. La main enraidie. I. Physiopathologie, anatomie, bilan clinique des raideurs. Réadaptation de la main. Monographie du GEM n°26. 1999. P 171-182.
9. Wynn Pary CB. Chessington arm splint in : rehabilitation oh the hand, 4th ed, butterworths, 69-70.
10. Quéré I. Description anatomique et histologique, physiologie du système lymphatique. Presse Médicale. 1 déc 2010;39(12):1269-78.
11. Leduc O. Approche expérimentale de l'influence du drainage lymphatique manuel par lymphographie isotopique. Ann Kiné. 1 janv 1988;15:153-8.
12. Vodder,E. Le drainage lymphatique, une nouvelle méthode thérapeutique. Rev D'hygiène Individ Santé Pour Tous Paris. 1936;
13. Schiltz JP, Péninou G, Pineau JC. Effect of prolonged bed rest and one session of compressive digital lymphatic stimulation on the circumference of the lower limbs. Kinésithérapie Rev. 1 juin 2009;9(90):48-53.
14. Wavreille G. EM-Consulte. [cité 22 mars 2023]. Tendon normal : anatomie, physiologie. Disponible sur: <https://www.em-consulte.com/article/179613/tendon-normal-anatomie-physiologie>

15. Lundborg G. Experimental flexor tendon healing without adhesion formation--a new concept of tendon nutrition and intrinsic healing mechanisms. A preliminary report. *The Hand*. oct 1976;8(3):235-8.
16. Masméjean E, Le Bellec, Alnot. EM-Consulte. [cité 15 févr 2023]. Lésions traumatiques des tendons extenseurs de la main. Disponible sur: <https://www.em-consulte.com/article/8188/lesions-traumatiques-des-tendons-extenseurs-de-la->
17. Dumontier E, Falcone. EM-Consulte. [cité 15 févr 2023]. Plaies complexes de la main : traitement en urgence. Disponible sur: <https://www.em-consulte.com/article/1325236/plaies-complexes-de-la-main-traitement-en-urgence>
18. Tubiana R. Considérations anatomo-pathologiques et biologiques. In *Traité de chirurgie de la main*. Vol. Tome 3. Paris: Masson; 1986. 49-61 p.
19. Gelberman RH, Woo SL, Lothringer K, Akeson WH, Amiel D. Effects of early intermittent passive mobilization on healing canine flexor tendons. *J Hand Surg*. mars 1982;7(2):170-5.
20. Brand, P W. *Clinical mechanics of the hand*. Mosby; 1985. 342 p.
21. Tanaka T, Amadio PC, Zhao C, Zobitz ME, An KN. Gliding resistance versus work of flexion—two methods to assess flexor tendon repair. *J Orthop Res*. 1 janv 2003;21(5):813-8.
22. Cao Y, Tang JB. Resistance to Motion of Flexor Tendons and Digital Edema: An In Vivo Study in a Chicken Model. *J Hand Surg*. 1 déc 2006;31(10):1645-51.
23. Mesplié G. *Rééducation de la main - Tome 2, Pathologies traumatiques et courantes de la main*. Sauramps Médical. 2014.
24. Ekman K. *Eine neue methode der fibrolyse zur unterstützung der manuellen therapie - Manuelle Medizin*, 1972.
25. Rulleau, T. *Apport de la médecine manuelle orthopédique-ostéopathie dans le traitement des cicatrices actives, mémoire Diplôme Inter-Universitaire de Médecine Manuelle Orthopédique-Ostéopathie*. 2010.
26. Lévénez M, Timmermans B, Duchateau J. Effet du crochetage myo-aponévrotique du triceps sural sur la tension passive et l'architecture musculaire à l'étirement. *Kinésithérapie Rev*. 1 août 2009;9(92):56-61.
27. Van den Berg S, Busegnie Y, Somasse E, Clément S, Van Geyt B. Effet de la fibrolyse diacutanée sur l'amplitude en flexion dorsale passive de cheville. *Kinésithérapie Rev*. 1 janv 2017;17(181):13-8.
28. Aiguadé R, Camps PP, Carnacea FR. Techniques de crochetage instrumental myofasciale. *Kinésithérapie Rev*. 1 mars 2008;8(75):17-21.
29. Masson N, Herzberg G. Anatomie chirurgicale et microchirurgicale du nerf périphérique: Macroscopic and microscopic anatomy of peripheral nerve. In: Alnot JY, Chammas M, éditeurs. *Lésions traumatiques des nerfs périphériques* [Internet]. Paris: Elsevier Masson;

2007 [cité 10 août 2023]. p. 1-14. Disponible sur: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9782842998462500011>

30. Dautel E, Vincelet. EM-Consulte. [cité 15 févr 2023]. Replantations digitales. Disponible sur: <https://www.em-consulte.com/article/1038573/replantations-digitales>
31. Millesi H, Zöch G, Rath T. The gliding apparatus of peripheral nerve and its clinical significance. *Ann Chir Main Memb Supérieur Organe Off Soc Chir Main Ann Hand Up Limb Surg.* 1990;9(2):87-97.
32. Miyamoto Y, Sugita T, Higaki T, Ikuta Y, Tsuge K. The duration of denervation and regeneration in nerve grafting. Quantitative histological assessment in the rat. *Int Orthop.* 1985;9(4):271-6.
33. Jabre JF. « Nerve rubbing » in the symptomatic treatment of ulnar nerve paresthesiae. *Muscle Nerve.* oct 1994;17(10):1237.
34. Rosén B, Lundborg G. Sensory re-education after nerve repair: aspects of timing. *Handchir Mikrochir Plast Chir Organ Deutschsprachigen Arbeitsgemeinschaft Handchir Organ Deutschsprachigen Arbeitsgemeinschaft Mikrochir Peripher Nerven Gefasse Organ V.* févr 2004;36(1):8-12.
35. Acapo S, Seyrès P, Savignat E. Définition et évaluation de la douleur. *Kinésithérapie Rev.* 1 juin 2017;17(186):44-55.
36. Vader K, Bostick GP, Carlesso LC, Hunter J, Mesaroli G, Perreault K, et al. La définition révisée de la douleur de l'IASP et les notes complémentaires : les considérations pour la profession de la physiothérapie. *Physiother Can.* 2021;73(2):106-9.
37. Kozier, B, Erb, G., Berman, A, Snyder, S. Soins infirmiers. Théorie et pratique. 2ème édition. Québec: ERPI; 2012.
38. Sluka KA, Walsh D. Transcutaneous electrical nerve stimulation: Basic science mechanisms and clinical effectiveness. *J Pain.* 1 avr 2003;4(3):109-21.
39. Broderick BJ, Breathnach O, Condon F, Masterson E, ÓLaighin G. Haemodynamic performance of neuromuscular electrical stimulation (NMES) during recovery from total hip arthroplasty. *J Orthop Surg.* 5 mars 2013;8(1):3.
40. Walls RJ, McHugh G, O'Gorman DJ, Moyna NM, O'Byrne JM. Effects of preoperative neuromuscular electrical stimulation on quadriceps strength and functional recovery in total knee arthroplasty. A pilot study. *BMC Musculoskelet Disord.* 14 juin 2010;11(1):119.
41. Yun GJ, Chun MH, Park JY, Kim BR. The synergic effects of mirror therapy and neuromuscular electrical stimulation for hand function in stroke patients. *Ann Rehabil Med.* juin 2011;35(3):316-21.
42. Gordon T, Udina E, Verge VMK, de Chaves EIP. Brief Electrical Stimulation Accelerates Axon Regeneration in the Peripheral Nervous System and Promotes Sensory Axon Regeneration in the Central Nervous System. *Motor Control.* oct 2009;13(4):412-41.

43. Crépon F. Electrodiagnostic de stimulation des dénervations. Mens Prat Tech Kinésithérapeute [Internet]. 10 juin 2003 [cité 20 mars 2023];434. Disponible sur: <https://www.ks-mag.com/article/6582-electrodiagnostic-de-stimulation-des-denervations>
44. Messerli MA, Graham DM. Extracellular electrical fields direct wound healing and regeneration. Biol Bull. août 2011;221(1):79-92.
45. Lehnert S. Stimulations vibratoires transcutanées : applications en rééducation de la main.
46. Crépon F. Stimulation Vibratoire Transcutanée Rééducation proprioceptive vibratoire de la motricité. Mens Prat Tech Kinésithérapeute [Internet]. 10 juin 2015 [cité 18 févr 2023];566. Disponible sur: <https://www.ks-mag.com/article/8020-stimulation-vibratoire-transcutanee-reeducation-proprioceptive-vibratoire-de-la-motricite>
47. Roll JP. Stimulation vibratoire transcutanée et douleur. Douleurs Éval - Diagn - Trait. 1 oct 2019;20(5):226-31.
48. Neiger H. Rééducation sensori-motrice par assistance proprioceptive vibratoire. Kinésithérapie Sci. déc 1986;(N°252):6-21.
49. Lundeborg T. Vibratory stimulation for the alleviation of pain. Am J Chin Med. 1984;12(1-4):60-70.
50. Rubin C, Recker R, Cullen D, Ryaby J, McCabe J, McLeod K. Prevention of postmenopausal bone loss by a low-magnitude, high-frequency mechanical stimuli: a clinical trial assessing compliance, efficacy, and safety. J Bone Miner Res Off J Am Soc Bone Miner Res. mars 2004;19(3):343-51.
51. Goodship AE, Lawes TJ, Rubin CT. Low-magnitude high-frequency mechanical signals accelerate and augment endochondral bone repair: Preliminary evidence of efficacy. J Orthop Res. juill 2009;27(7):922-30.
52. Thompson WR, Keller BV, Davis ML, Dahners LE, Weinhold PS. Low-Magnitude, High-Frequency Vibration Fails to Accelerate Ligament Healing but Stimulates Collagen Synthesis in the Achilles Tendon. Orthop J Sports Med. mai 2015;3(5):2325967115585783.
53. Durand PA R M. La stimulation vibratoire transcutanée dans la rééducation de la main. 1993 [cité 20 mars 2023]; Disponible sur: <http://www.reedoc-irr.fr/Record.htm?idlist=1&record=19153411124919716939>
54. Mc Guff PE M, Bushnell S, Deterling. STUDIES OF THE SURGICAL APPLICATIONS OF LASER (LIGHT AMPLIFICATION BY STIMULATED EMISSION OF RADIATION). Surg Forum [Internet]. 1963 [cité 10 août 2023];14. Disponible sur: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/14064488/>
55. Lajos G. Professor Endre Mester, the Father of Photobiomodulation. J Laser Dent 2009;17:146-148.
56. Bjordal JM, Lopes-Martins R a. B, Iversen VV. A randomised, placebo controlled trial of low level laser therapy for activated Achilles tendinitis with microdialysis measurement of

- peritendinous prostaglandin E2 concentrations. *Br J Sports Med.* janv 2006;40(1):76-80; discussion 76-80.
57. Avci P, Gupta A, Sadasivam M, Vecchio D, Pam Z, Pam N, et al. Low-level laser (light) therapy (LLLT) in skin: stimulating, healing, restoring. *Semin Cutan Med Surg.* mars 2013;32(1):41-52.
  58. Hopkins JT, McLoda TA, Seegmiller JG, David Baxter G. Low-Level Laser Therapy Facilitates Superficial Wound Healing in Humans: A Triple-Blind, Sham-Controlled Study. *J Athl Train.* sept 2004;39(3):223-9.
  59. Dos Santos JGRP, Paiva WS, Teixeira MJ. Transcranial light-emitting diode therapy for neuropsychological improvement after traumatic brain injury: a new perspective for diffuse axonal lesion management. *Med Devices Auckl NZ.* 2018;11:139-46.
  60. Hamblin MR. Mechanisms and Mitochondrial Redox Signaling in Photobiomodulation. *Photochem Photobiol.* 2018;94(2):199-212.
  61. ARRC LED [Internet]. [cité 21 mars 2023]. Full Body Photobiomodulation Therapy Beds. Disponible sur: <https://arrcled.com/>
  62. Ross MJ, Guthrie P, Dumont JC. The impact of modulated, colored light on the autonomic nervous system. *Adv Mind Body Med.* 2013;27(4):7-16.
  63. Liepert J, Tegenthoff M, Malin JP. Changes of cortical motor area size during immobilization. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol.* déc 1995;97(6):382-6.
  64. Lissek S, Wilimzig C, Stude P, Pleger B, Kalisch T, Maier C, et al. Immobilization impairs tactile perception and shrinks somatosensory cortical maps. *Curr Biol CB.* 26 mai 2009;19(10):837-42.
  65. Hortobágyi T, Dempsey L, Fraser D, Zheng D, Hamilton G, Lambert J, et al. Changes in muscle strength, muscle fibre size and myofibrillar gene expression after immobilization and retraining in humans. *J Physiol.* 1 avr 2000;524 Pt 1(Pt 1):293-304.
  66. Lebon F, Collet C, Guillot A. Benefits of motor imagery training on muscle strength. *J Strength Cond Res [Internet].* juin 2010 [cité 10 août 2023];24(6). Disponible sur: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20508474/>
  67. Meugnot A, Agbangla NF, Almecija Y, Toussaint L. Motor imagery practice may compensate for the slowdown of sensorimotor processes induced by short-term upper-limb immobilization. *Psychol Res.* mai 2015;79(3):489-99.
  68. Rizzolatti G, Sinigaglia C. *Neurones miroirs - Éditions Odile Jacob.*
  69. Tofani M, Santecchia L, Conte A, Berardi A, Galeoto G, Sogos C, et al. Effects of Mirror Neurons-Based Rehabilitation Techniques in Hand Injuries: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Int J Environ Res Public Health.* 2 mai 2022;19(9):5526.

70. Hanakawa T, Dimyan MA, Hallett M M. Motor Planning, Imagery, and Execution in the Distributed Motor Network: A Time-Course Study with Functional MRI | *Cerebral Cortex* | Oxford Academic. In.
71. Pascual-Leone A, Nguyet D, Brasil-Neto J, Cammarota A, Hallett M. Modulation of Muscle Responses Evoked by Transcranial Magnetic Stimulation during the Acquisition of New Fine Motor Skills. *J Neurophysiol.* 1 oct 1995;74:1037-45.
72. Hoyek N, Collet C, Guillot A. Représentation mentale et processus moteur : le cas de la rotation mentale. *Mov Sport Sci.* 2010;71(3):29-39.
73. Berlucchi G, Aglioti S. The body in the brain: neural bases of corporeal awareness. *Trends Neurosci.* 1 déc 1997;20(12):560-4.
74. Jackson PL, Lafleur MF, Malouin F, Richards C, Doyon J. Potential role of mental practice using motor imagery in neurologic rehabilitation. *Arch Phys Med Rehabil.* 1 août 2001;82(8):1133-41.
75. Toussaint L, Blandin Y. On the role of imagery modalities on motor learning. *J Sports Sci.* 1 mars 2010;28(5):497-504.
76. Toussaint L, Meugnot A. Short-term limb immobilization affects cognitive motor processes. *J Exp Psychol Learn Mem Cogn.* mars 2013;39(2):623-32.
77. Decety J. Do imagined and executed actions share the same neural substrate? *Brain Res Cogn Brain Res.* mars 1996;3(2):87-93.
78. Guillot A, Collet C, Nguyen VA, Malouin F, Richards C, Doyon J. Functional neuroanatomical networks associated with expertise in motor imagery. *NeuroImage.* 15 juill 2008;41(4):1471-83.
79. Levanon Y. The advantages and disadvantages of using high technology in hand rehabilitation. *J Hand Ther Off J Am Soc Hand Ther.* juin 2013;26(2):179-83.
80. Hoffman HG, Patterson DR, Carrougher GJ. Use of Virtual Reality for Adjunctive Treatment of Adult Burn Pain During Physical Therapy: A Controlled Study. *Clin J Pain.* sept 2000;16(3):244.
81. Hoffman HG, Richards TL, Coda B, Bills AR, Blough D, Richards AL, et al. Modulation of thermal pain-related brain activity with virtual reality: evidence from fMRI. *Neuroreport.* 7 juin 2004;15(8):1245-8.
82. Howick J, Graham Kennedy A, Mebius A. *Philosophy of Evidence-Based Medicine.*

## Annexes

Tableau récapitulatif de la recherche.....B

### Liste des abréviations du tableau

CERC : Court Extenseur Radial du Carpe

LERC : Long Extenseur Radial du Carpe

EUC : Extenseur Ulnaire du Carpe

ECD : Extenseur Commun des Doigts

EPI : Extenseur Propre de l'Index

EPA : Extenseur propre de l'Auriculaire

CEP : Court Extenseur du Pouce

LEP : Long Extenseur du Pouce

LAP : Long Abducteur du Pouce

FCS : Fléchisseur Commun Superficiel

FCP : Fléchisseur Commun Profond

FUC : Fléchisseur Ulnaire du Carpe

GPM : Greffe de Peau Mince

SD : Suture Directe

GTNV : Greffe tendineuse non vascularisée

VAC : Traitement par pression négative  
VAC-thérapie

E : extenseur

F : fléchisseur

D x : doigt x

# : fracture

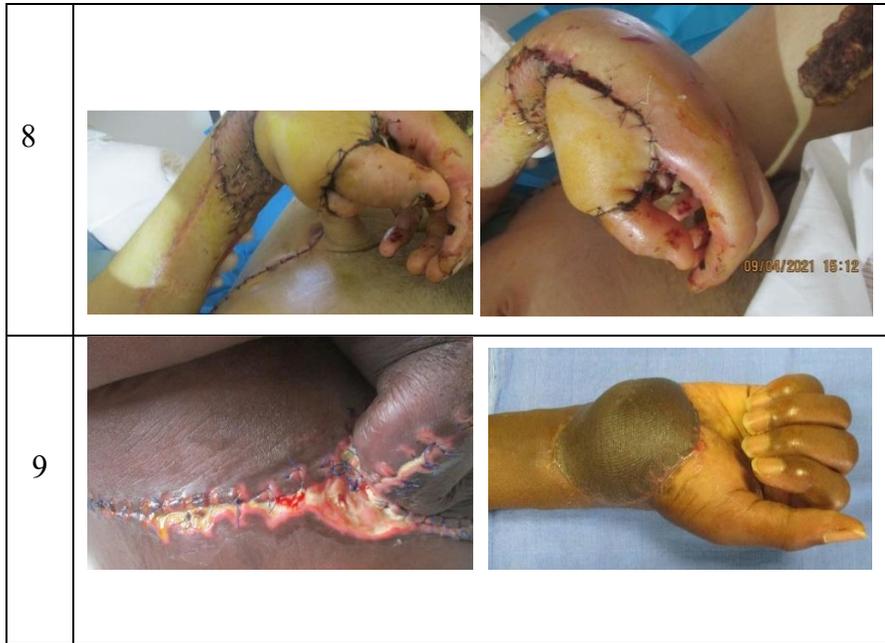
N : nerf

Cohorte	N° patient	âge	sexe	coté lésé	latéralité	métier	zone IFSSH	rayon digital	étiologie +lésions	traitement chirurgical	début rééducation
tardive	1	29	F	G	D	formation aéronautique	5 6	2 3 4 5	main de portière. ECD	LIPMG	S6 du LIPMG
	2	58	M	G	D	viticulteur	6	2 3 4 5	AT machine agricole. amputation trans carpo méta main : tous les E et F des doigts et poignet. N ulnaire. Section FUC,EUC, LP. Seuls LERC CERC et FRC conservés	parage, ostéosynthèse carpo méta 2 3 4 et 5 + ostéosyntheses M2 M3 M4 M5 suture de tous les F E réséqués J15 : nécrosectomie main + poignet + Vac x3 + curasorb J29 : LIPMG	S8 du trauma S4 du LIPMG
	3	17	M	G	D	étudiant	6	1 2	main de portière EPI - LEP	LIPMG + intégra + GPM + nécrose	S4 du LIPMG
	4	26	M	D	D	carreleur	6	1 2 3 4 5	plaie balistique : # radius -ulna. N médian+ N ulnaire. FUC, FCP et FCS doigts	LIPMG + fixateur externe + ostéosynthèse radius ulna, spacer. Réparation vasculaire A uln et rad	S5 du LIPMG
précoce	5	48	M	D	D	meunier	4 5 6	1 2 3 4 5	AT machine agricole. amputation transméta D2 D3 et trans P1 D4 D5 + brulure face palmaire main et avant bras	LIPMG + GPM face palmaire avant bras et main + lambeau Hueston pouce + arthrorise MCP D4 et D5	J16
	6	42	M	G	D	peintre aéronautique	6 7	1 2 3 4 5	injection sous pression Syndrome des loges	aponévrotomie palmaire, dorsale et digitale. J15 : nécrose tendineuse, résection extenseur D1 D2 D3 D4 D5 zone 6 -7. VAC, caisson hyperbare. S5 : LIPMG + intégra sur doigts + tige Hunter	S6 post trauma J6 post LPMG
	7	60	M	G	D	directeur entreprise	5 6 7 8	1 2 3 4 5	AVP Moto Polytraumatisme. Coma. # ouverte poignet. 2 ans post trauma : ténolyse E poignet.	J6 : sepsis- lyse ECD, EPI, EPA, LEP. J8 lavage, parage puis VAC. J25 : LIPMG GTNV par DIDT sur ECD, EPI, EPA, rétinaculum	J10 du LIPMG.

Cohorte	N° patient	âge	sexe	coté lésé	latéralité	métier	zone IFSSH	rayon digital	étiologie +lésions	traitement chirurgical	début rééducation
précoce	8	22	M	G et D	D	agriculteur	E : 6 T4 T5  F : zone 3 4 5 + T3	1 2 3 4 5	main de toupie Gauche. Dévascularisation pouce, section N. médian Section tous les F pédicule ulnaire  Main droite : section FCP et FCS D2	revascularisation pouce + ostéosynthèse Trapézo métacarpienne + broche de maintien d'ouverture de C1 SD FCS FCP D2 D3 D4 D5 SD LFP, CFP, LAP . SD N médian. SD pédicule ulnaire. J1: nouveau pontage du pouce J21 :Nécrose tendineuse des Fléchisseurs sur sepsis : LIPMG + GPM face palmaire poignet	J6 du LIPMG
	9	39	M	D	D	sans profession	zone 4 5	1 2 3	Plaie de défense arme blanche Section A radiale et ulnaire. N ulnaire, N médian, FRC, LFP, LAP, FCP et FCS D2, FCS D3	LIPMG SD de tous les éléments sauf FRC	J10 du LIPMG.
	10	59	M	D	D	fonction- naire et agriculteur	6 5 4 3	2 3 4 5	AT machine agricole équivalent ring finger. Amputation transP1 D4, transP2 D2 D3 D4. # comminutive M2	parage étendu. régularisation transP2 D2 D3 D5. régularisation transP1 D4. ostéosynthèse M2 par broche. LIPMG sans individualisation des doigts	J7
	11	36	M	D	D	boucher traiteur	8 7 6 5	1 2 3 4	main de portière. Section LEP, EPI, ECD D2 D3 D4. plaies cutanées face dorsale D1 D2 D3 D4	SD de tous les éléments + LIPMG cicatrisation dirigée sur plaie cutanée zone 2 3 4 D2 D3 D4	J8

N° patient	Photothèque
1	
2	
3	

4	
5	
6	
7	



Cohorte	N° patient	constat rééducateur	Durée de séjour	TPM de sortie	TAM de sortie Kleinert & Verdan	PPD passif	PPD actif	score d'opposition de Kapandji
tardive	1	adh E- raideur en F des MCP - déficit actif E-fermeture C1 - PPD : 5/5/4,5/2,5.	37	265/250/260/280/280 E/B/B/B/B	60/90/70/70/60 M/M/M/M/M	1/1/0/0	3/2/2,5/1	5
	2	raideur majeure main complète. Main très inflammatoire	63	120/115/100/110/95 M/M/M/M/M	NR/20/15/10/15 -/M/M/M/M	3/2,5/2/2	6/9/10/10	0
	3	déficit E active D1 et D2. limit F MCP D3. rétrac cutanée ++	19	250/260/230/280/280 M/M/M/M/M	160/125/130/140/145 A/M/M/M/M	0/0/0/0	2/2/1,5/1	6
	4	rétraction F et E. paralysie médio ulnaire. Anesthésie paume. Main inflammatoire ++	46	265/280/285/300/290 E/E/E/E/E	75/120/155/130/130 M/M/A/M/M	0/0/0/0	5/3/3/2,5	4
précoce	5	raideur pouce. Œdème	16	165/NA/NA/NA/NA A/-/-/-/-	125/NA/NA/NA/NA A/-/-/-/-	NA	NA	4 adapté aux tête de méta
	6	sidération des F. Absence E. attente greffe. Raideur majeure poignet, pouce, doigts. Fermeture de C1. adh F. PPD : 10/9/6/6cm	23	130/205/210/160/85M/B/B/A/M	80/95/105/85/50M/M/M/M/M	3,5/2/3/3	5/5/6/5	NA
	7	déficit E active D2, D3, D4, D5. Adh majeures des E : limitation F des MCP. Raideur majeur du pouce. Rétraction long flech. Arthrose radio carpienne	29	225/230/235/235/225 B/B/B/B/B	145/150/175/145/145 A/A/A/A/A	0/0/0/1	2/1/1,5/1,5	5

Cohorte	N° patient	constat rééducateur	Durée de séjour	TPM de sortie	TAM de Kleinert & Verdan	sortie	PPD passif	PPD actif	score d'opposition de Kapandji
précoce	8	nécrose de tous les fléchisseurs des doigts. Paralyse médio ulnaire basse. Flexum de toutes les IPP	26	105/250/260/260/270 M/B/B/B/B	NA	-	0/0/0/0	NA	NA
	9	œdème, inflammation ++	22	275/285/280/295/280 E/E/E/E/E	190/195/200/190/220 B/B/B/A/B		0/0/0/0	1,5/1,5/0,5/0	9
	10	œdème+++ sepsis et reprise chir à J9 du sevrage du LIPMG	29	290/NA/NA/NA/NA E/-/-/-/-	290/NA/NA/NA/NA E/-/-/-/-		NA	NA	5 adapté tête méta
	11	œdème +++ flexum 40° des IPP D2 D3 D4	52	300/225/235/225/230 E/B/B/B/B	280/160/145/175/195 E/A/A/B/A		0/0/0/0	0,5/2/0/0	10

Cohorte	N° patient	Δ empan actif controla-téral	ΔD1 D2 actif controla-téral	bilan sensitif face palmaire	note	reprise chirurgicale. Traitement palliatif
tardive	1	-11 cm	- 5cm	S3		GTNV par DIDT
	2	-14 cm	- 4 cm	S0	main presse papier	1-transfert F radial du carpe sur Fléchisseurs des doigts 2- arthrolyse MP + dégraissage 3- ténolyse des F
	3	-9 cm	- 6 cm	S3		réanimation E pouce + E D2
	4	-7 cm	- 4 cm	S1	pince D1 avec D2 D3 possible	1-greffe osseuse radius + ulna 2- transfert tendineux restauration Keygripp 3- Zancolli + transfert opposition avec FCS D4 + ostéotomie dérotation
précoce	5	0 cm D1 tête M5	0 cm D1 tête M2	S3+	main moufle. Pouce opposable tête des méta	intégra puis GPM paume
	6	- 2 cm	- 1 cm	S4		patient non revu. Sortie disciplinaire
	7	- 1,5 cm	- 1,5 cm	S4		
	8	- 1 cm	0 cm D1 tête M2	S0	seuls extenseurs présents	en attente transfert des extenseurs sur fléchisseurs
	9	- 2 cm	- 2 cm	S4		non revu. Sortie précipitée/ pb administratifs
	10	0 cm	0 cm adapté pulpe D1 tête M2	D1 : S3+ paume : S1-S2	pince latérale moignon bord interne pouce. Pince pulpe pouce/ partie distale du lambeau. Mobilité MP doigts long OK	en attente chirurgie plastique reconstruction des doigts
	11	0 cm	0 cm	S4		reprise immédiate du travail à la sortie du SMR