



ROYAUME DU MAROC
UNIVERSITE SIDI MOHAMMED BEN ABDELLAH
FACULTE DE MEDECINE ET DE PHARMACIE
FES



Année 2017

Thèse N° 100/17

LES REVASCULARISATIONS DIGITALES (A propos de 18 cas)

THESE
PRESENTEE ET SOUTENUE PUBLIQUEMENT LE 25/05/2017

PAR
Mlle. EL BAKKALI GHITA
Née le 20 Mars 1990 à Fès

POUR L'OBTENTION DU DOCTORAT EN MEDECINE

MOTS-CLES :

Revascularisation - Doigts - Microchirurgie

JURY

M. EL MRINI ABDELMAJID.....	PRESIDENT
Professeur de Traumatologie-orthopédie	
M. EL IBRAHIMI ABDELHALIM.....	RAPPORTEUR
Professeur agrégé de Traumatologie-orthopédie	
M. AFIFI MY ABDERRAHMANE.....	JUGES
Professeur de Chirurgie pédiatrique	
M. BOUARHROUM ABDELLATIF.....	
Professeur de Chirurgie Vasculaire Périphérique	

PLAN

PLAN.....	1
INTRODUCTION	6
MATERIEL ET METHODES :	8
I- Matériel d'étude	9
II- Méthodes	10
RESULTATS ET ANALYSES :	14
I- Données épidémiologiques :.....	15
1- Répartition selon le sexe.....	15
2- Répartition selon l'âge	15
3- Répartition selon le côté dominant.....	15
II- Données cliniques :	16
1- Répartition selon le côté atteint	16
2- Répartition selon l'étiologie	17
3- Répartition selon le mécanisme lésionnel.....	18
4- Répartition selon le nombre de doigts atteints	18
5- Répartition selon le niveau de section	19
III-Bilan radiologique.....	20
IV- Données thérapeutiques :	21
1- Délai d'intervention	21
2- Préparation et installation du malade	21
3- Type d'anesthésie.....	21
4- Intervention.....	22
5- Soins post opératoire.....	25
V- Résultats du traitement	26
ICONOGRAPHIE	28
DISCUSSION	41
I- Introduction	42
II- Rappel historique	42
III-Appel anatomique :	45

1. Revêtement cutanéé :	45
1.1. Caractéristiques physiques :.....	45
1.2. Plis de la face palmaire	46
1.3. Plis de la face dorsale.....	48
1.4. Dépressions cutanées de la face dorsale	48
1.5. Unités fonctionnelles	50
1.6. Appareil unguéal	52
2. Topographie et distribution des nerfs :	55
2.1. Grands axes nerveux de la main :.....	55
2.2. Territoires moteurs	60
2.3. Nerfs digitaux :	61
3. Vascularisation de la main :	63
3.1. Grands axes artériels de la main.....	63
3.2. Arcades anastomotiques entre les artères radiale et ulnaire :	63
3.3. Artères digitales :.....	67
3.4. Réseau veineux :	71
4. Appareil fléchisseur :.....	71
4.1. Appareil fléchisseur des doigts longs :.....	72
4.2. Appareil fléchisseur du pouce :.....	77
5. Appareil extenseur :	80
5.1. Appareil extenseur au dos de la main	80
5.2. Appareil extenseur au dos du doigt long	83
5.3. Contribution des muscles intrinsèques à l'appareil extenseur	85
6. Muscles intrinsèques :	86
6.1. Loge thénar.....	86
6.2. Loge hypothénar	86
6.3. Loge palmaire moyenne	86
6.4. Espaces interosseux	89
7. Squelette et articulations :	89

7.1. Squelette.....	89
7.2. Articulations :	90
IV- Etude épidémiologique :	92
1- Age	92
2- Sexe	92
3- Répartition selon le côté atteint.....	93
V- Etude clinique :	93
1- Le nombre de doigts atteints :	93
2- Etiologies	94
3- Mécanisme lésionnel.....	94
4- Le niveau de section	96
5- Diagnostic positif de la dévascularisation	98
6- Bilan lésionnel	99
VI- Traitement :	100
1- Indications de la replantation digitale :	100
a- Indications absolues pour la replantation	101
b- Indications de la régularisation	101
2- Les conditions d'acheminement :	103
a- Asepsie.....	103
b- Conditionnement	103
c- Tolérance à l'ischémie.....	104
d- Délai d'ischémie	104
3- Préparation et installation du malade	105
4- L'anesthésie	105
5- Le matériel :	107
a- Instruments de microchirurgie vasculaire et nerveuse	107
b- Aiguilles et fil de suture	108
c- Accessoires.....	109
d- Microscope opératoire	112

6- Préparation des deux extrémités :.....	113
a-Préparation chirurgicale de l'extrémité distale.....	113
b- Préparation de l'extrémité proximale	114
7- Les étapes techniques d'une replantation :.....	116
a-Raccourcissement osseux	116
b- Ostéosynthèse	116
c-Réparation des tendons fléchisseurs	118
d- Réparation des tendons extenseurs.....	120
e-Réparation artérielle	120
f- Réparation nerveuse	138
g- Réparation veineuse	138
h- Fermeture cutanée.....	138
i- Pansement.....	144
8- Période post opératoire :	144
a-Conditionnement post opératoire.....	144
b- Surveillance et monitoring	145
9- Rééducation :	146
a-Principes d'une rééducation de doigts longs réimplantés.....	147
b- Principes d'une rééducation du pouce réimplanté.....	150
VII- Evolution :	152
1- Complication :.....	152
a-Complications précoces	152
b- Complications tardives	153
2- Régularisation secondaire	155
CONCLUSION.....	160
RESUMES	162
BIBLIOGRAPHIE	167

INTRODUCTION

Les dévascularisations et les amputations des doigts représentent une part importante des urgences de la main, ces traumatismes ouverts des doigts peuvent aller d'une simple plaie bi pédiculaire à l'amputation totale des doigts. Les lésions osseuses, nerveuses et tendineuses sont associées à des degrés divers et conditionnent le pronostic fonctionnel des doigts.

Le diagnostic de dévascularisation, qu'il se fasse sur un ou plusieurs doigts ou sur la main, doit être porté dès l'admission du blessé car il définit le degré d'urgence. Le temps de revascularisation comporte le rétablissement de l'apport artériel et du flux du retour veineux.

Le bilan des lésions est le préalable indispensable à tout choix thérapeutique, nécessitant une bonne connaissance en anatomie de la main. Le choix des indications thérapeutiques est en fonction de la nature des lésions et des possibilités des techniques locales. Les techniques microchirurgicales représentent le moyen de réparation de choix.

Beaucoup d'éléments conditionnent le résultat final de la revascularisation ; des circonstances de survenue jusqu'aux techniques chirurgicales. Sans omettre les soins et la rééducation postopératoire.

Cependant, si la revascularisation digitale est désormais de pratique courante, il faut bien différencier le succès vasculaire du succès fonctionnel.

Le but de notre travail est de cerner les cas de dévascularisation vus au sein de notre formation et d'analyser les données épidémiologiques et le profil clinique. Enfin nous terminons ce travail par une discussion et une comparaison par rapport aux données de la littérature. Ainsi que de rappeler les différentes méthodes chirurgicales de revascularisation des doigts.

MATERIELS

ET METHODES

I-Matériel d'étude :

Type d'étude :

C'est une étude rétrospective descriptive concernant les patients pris en charge au service de traumatologie-orthopédie B au CHU Hassan II de Fès pour dévascularisation des doigts, sur une période comprise entre juin 2013 et janvier 2015.

Population d'étude :

Critères d'inclusion dans notre étude :

- Les revascularisations uni-digitales et multi-digitales.
- Les revascularisations digitales réalisées en aval de l'insertion distale du tendon fléchisseur superficiel.
- Les revascularisations digitales réalisées en amont de l'insertion distale du tendon fléchisseur superficiel.

Critères d'exclusion dans notre étude :

- Les revascularisations digitales réalisées dans le cadre de « ring finger »

Objectif de l'étude :

Analyser le profil épidémiologique, clinique et paraclinique de nos patients et leur prise en charge.

Rapporter et discuter nos résultats fonctionnels à moyen terme après la revascularisation à la lumière des données de la littérature.

II-Méthodes :

Pour mener cette étude, nous avons élaboré une fiche d'exploitation pour chaque patient inclus dans la série.

Les données ont été recueillies des dossiers et des registres, portant sur le profil du patient (âge, sexe), les caractéristiques de l'amputation, les explorations réalisées, l'attitude thérapeutique et l'évolution ultérieure.

FICHE D'EXPLOITATION

Identité :

- IP :
- Nom et prénom :
- Age : ans
- Sexe : F M
- Profession :
- Activité sportive : oui non
- Côté atteint : droit gauche
- Côté dominant : droit gauche
- Fumeur : oui non
- Antécédents particuliers :

Traumatisme :

- Date :
- Heure d'admission à l'hôpital :
- Circonstances :

<input type="checkbox"/> agression par arme blanche	<input type="checkbox"/> accident de travail	<input type="checkbox"/> accident domestique
---	--	--

- Mécanisme lésionnel :

<input type="checkbox"/> section franche	<input type="checkbox"/> écrasement	<input type="checkbox"/> arrachement
--	-------------------------------------	--------------------------------------

- Doigt(s) atteint(s):

<input type="checkbox"/> le pouce	<input type="checkbox"/> l'index	<input type="checkbox"/> le majeur	<input type="checkbox"/> l'annulaire	<input type="checkbox"/> l'auriculaire
-----------------------------------	----------------------------------	------------------------------------	--------------------------------------	--

- Niveau de la dévascularisation :

1ère phalange 2ème phalange 3ème phalange

articulation métacarpo phalangienne

articulation inter phalangienne proximale

articulation inter phalangienne distale

Bilan radiologique :

• Radiographie de la main face oui non

• Radiographie de la main profil oui non

Intervention chirurgicale :

- Délai préopératoire :

• Type d'anesthésie : général locorégional

• Ostéosynthèse : oui non

Ø Si oui quel type :

- Type de revascularisation :

Revascularisation par suture artérielle termino-terminale

Revascularisation par suture termino-latérale

Revascularisation par pontage veineux

Détournement d'artères provenant de doigts voisins

Greffons composites nerf-artère en « doigt banque »

- Délai opératoire :

• Immobilisation par attelle : oui non

• Traitement anticoagulant : oui non

• Traitement antibiotique : oui non

- Durée d'hospitalisation :

• Rééducation : oui non

Evolution :

- Complications :
 - Insuffisance veineuse
 - Insuffisance artérielle
 - Hématome
 - Infection
 - Nécrose
 - Trouble trophique
 - Paresthésies
 - Déformation digitale
 - Raideur digitale
 - Pseudarthrose
 - Intolérance au froid
- Régularisation ultérieure : oui non

RESULTATS

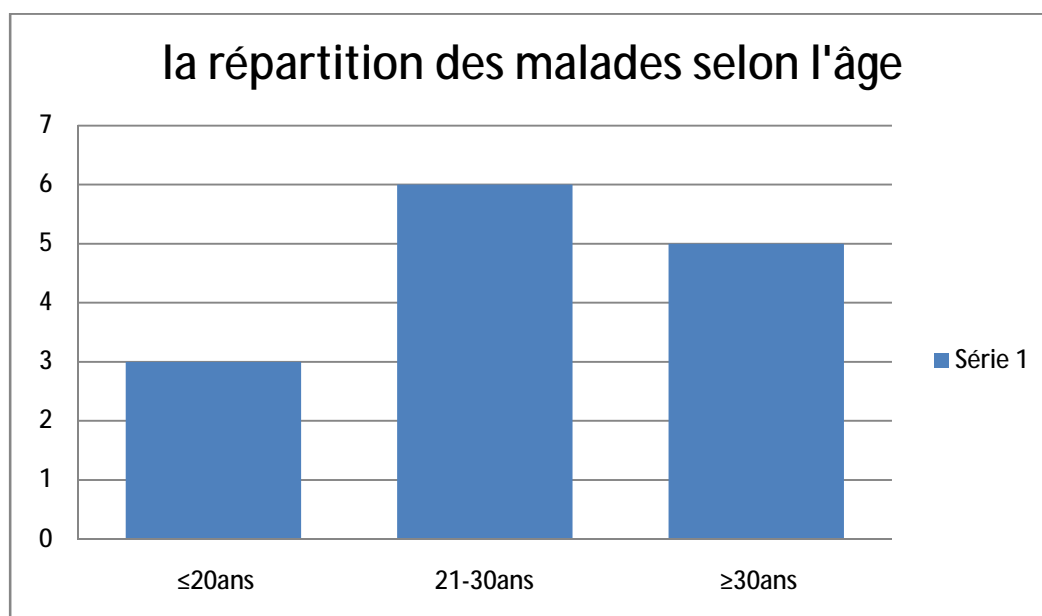
ET ANALYSES

I- Données épidémiologiques :

Nous avons collecté 14 patients (18 doigts/cas) admis au service de traumatologie-orthopédie B au CHU Hassan II de Fès pour dévascularisation des doigts.

1. Répartition selon l'âge :

L'âge moyen de nos patients est de 26.5 ans avec des extrêmes allant de 18ans à 35ans.



Graphique 1 : la répartition des malades selon l'âge

2. Répartition selon le sexe :

Dans notre série tous nos patients sont de sexe masculin

3. Répartition selon le côté dominant :

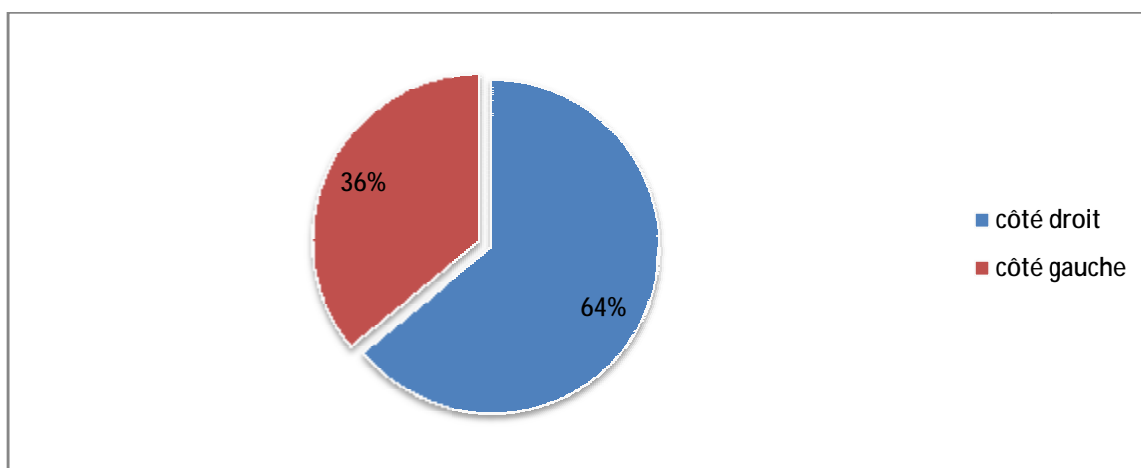
Tous les patients étaient droitiers de latéralité.

II- Données cliniques :

1. Répartition selon le côté atteint :

Nous avons noté l'atteinte :

- Du côté droit chez 9 patients soit un pourcentage de 64 %.
- Du côté gauche chez 5 patients soit un pourcentage de 36%.



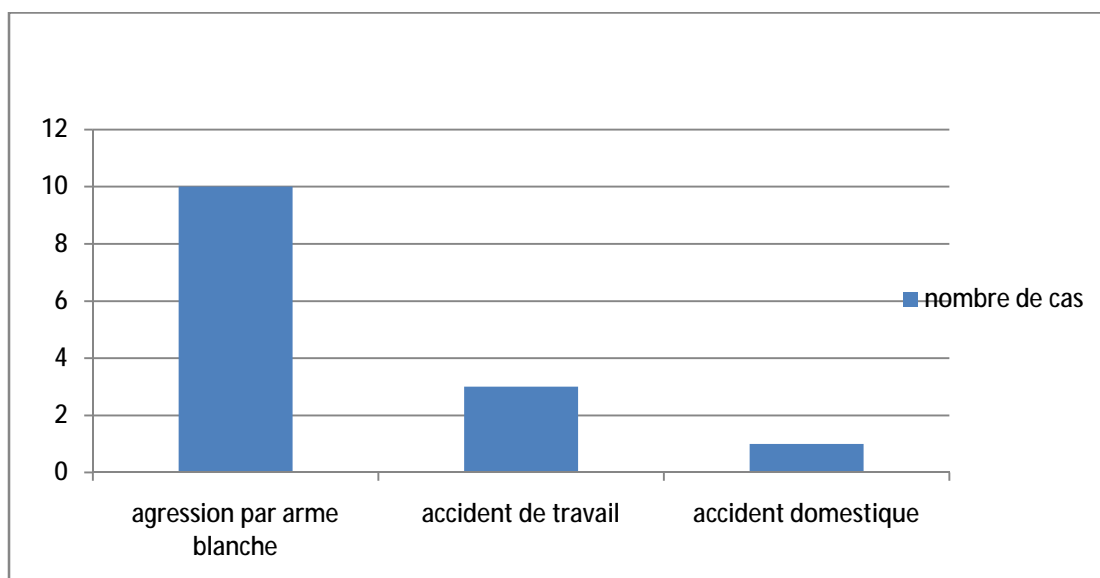
Graphique 2 : répartition des cas selon le côté atteint.

2. Répartition selon l'étiologie:

On constate dans notre étude que les agressions par arme blanche restent de loin la cause la plus fréquente des dévascularisations digitales, suivies par les accidents de travail.

Notre série est représentée par :

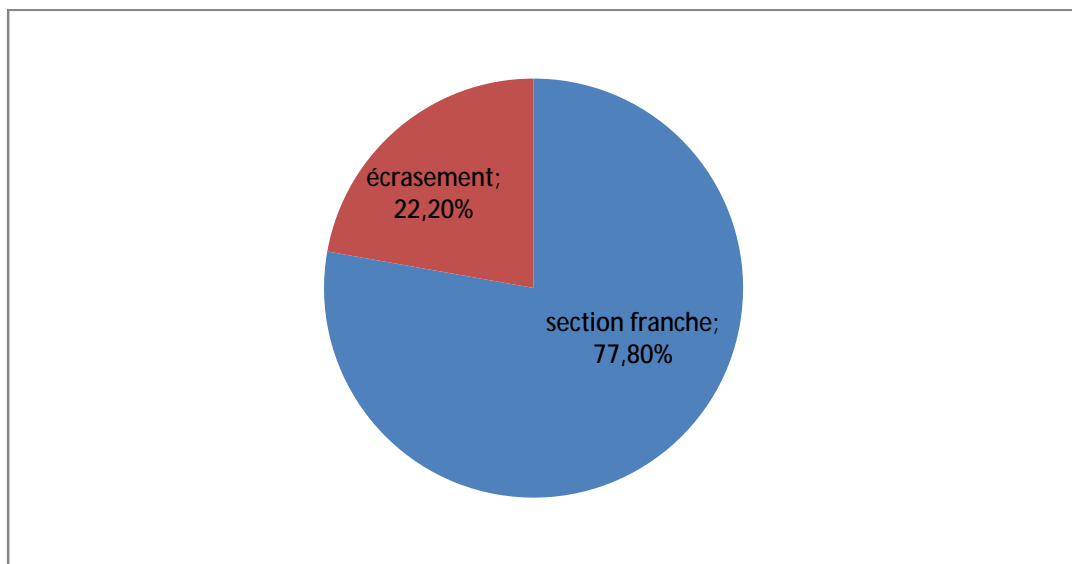
- 10 cas d'agression par arme blanche (image4, 5, 6 et 11).
- 3 cas d'accident de travail (image1, 2 et 14).
- 1 cas d'accident domestique.



Graphique 3 : répartition des cas selon l'étiologie

3. Répartition selon le mécanisme lésionnel :

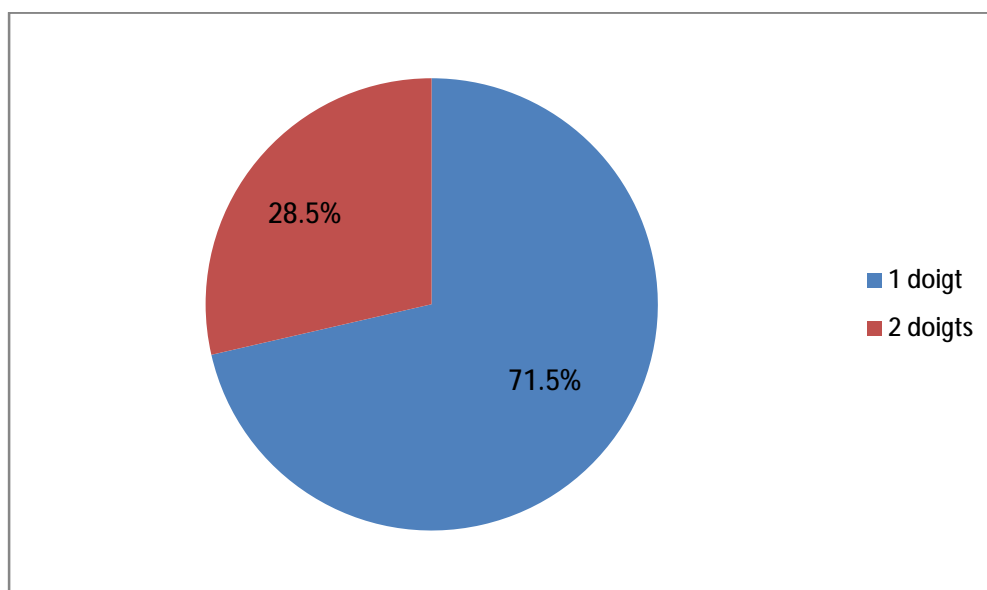
Le mécanisme lésionnel était par section franche dans 14 cas (77.8%) et par écrasement dans 4 cas (22.2%).



Graphique 4 : répartition des cas selon le mécanisme lésionnel.

4. Répartition selon le nombre de doigts atteints :

Dix patients présentaient une dévascularisation uni digitale dont trois intéressent le pouce et quatre patients présentaient des dévascularisations bi digitales. (Image9, 10,11)

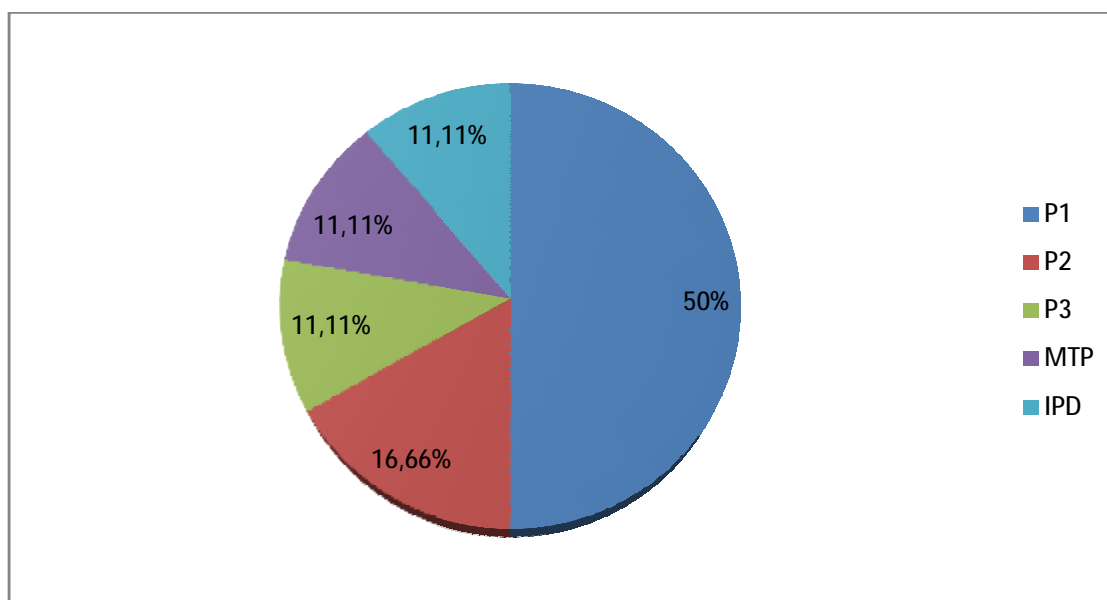


Graphique 5 : répartition selon le nombre de doigts atteints.

5. Répartition selon le niveau de section:

Le niveau de section se trouve :

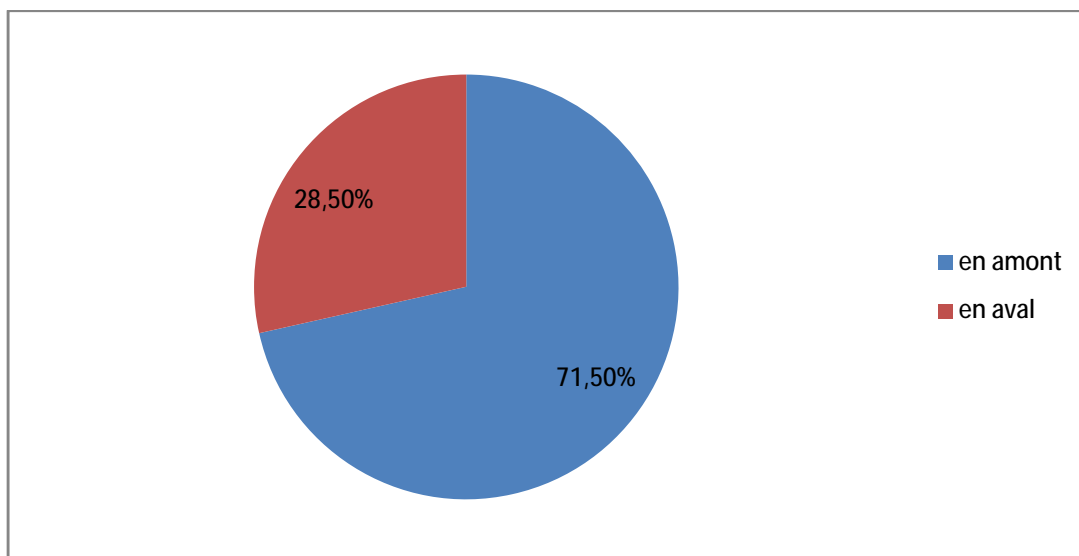
- ∅ au niveau de la 1^{ère} phalange dans 9 cas (50%) (image4,5,6,14).
- ∅ Au niveau de la 2^{ème} phalange dans 3cas (16.6%) (image1 et 17).
- ∅ Au niveau de la 3^{ème} phalange dans 2 cas (11.1%) (image9,19,20).
- ∅ Au niveau de l'articulation métacarpo-phalangienne dans 2 cas (11.1%).
- ∅ Au niveau de l'articulation interphalangienne distale dans 2 cas (11.1%).



Graphique 6 : répartition selon le niveau d'atteinte.

La répartition des cas selon le niveau d'atteinte souligne qu'une majorité siège en amont de l'insertion du fléchisseur superficiel :

- 14 dévascularisations siègent en amont de cette insertion.
- 4 dévascularisations siègent en aval de cette insertion.



Graphique 7 : répartition par rapport au niveau d'insertion du fléchisseur superficiel.

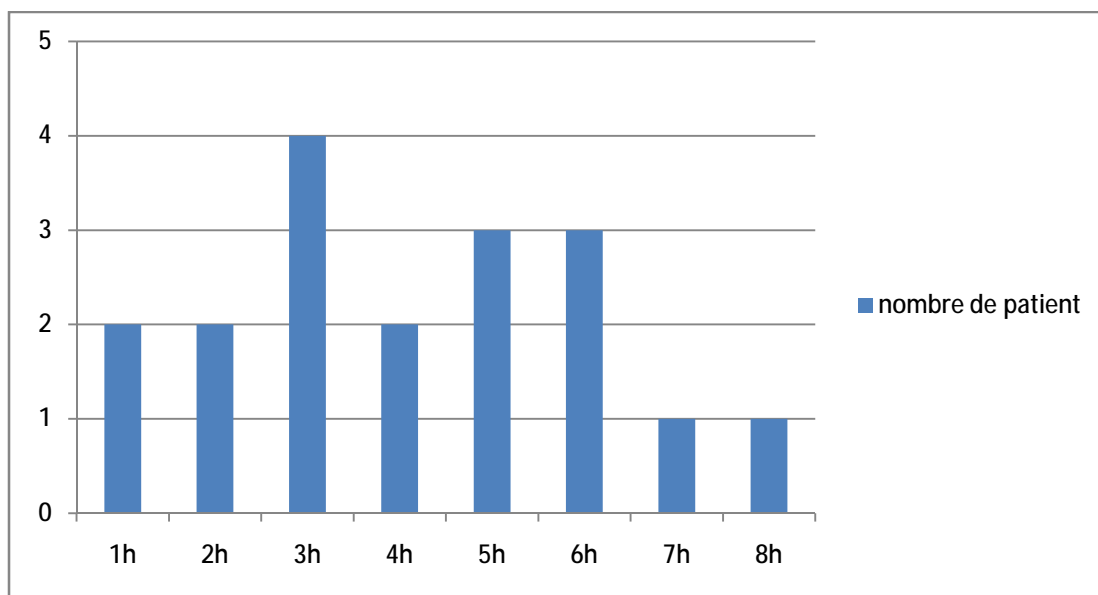
III- Bilan radiologique :

Tous nos patients ont bénéficié d'une radiographie standard de la main traumatisée face et profil. (Image 3 et 8)

IV- Données thérapeutiques :

1- Délai d'intervention :

Le délai de prise en charge des patients entre l'arrivée et la thérapeutique est en moyenne de 4h.



Graphique 8 : délai d'intervention.

2- Préparation et installation du malade :

Tous nos patients ont bénéficiés d'une préparation locale par désinfection cutanée du membre supérieur atteint à la Bétadine dermique.

Le garrot pneumatique est placé systématiquement à la racine du membre.

L'installation s'est faite en décubitus dorsale chez tous nos patients.

3- Type d'anesthésie :

L'intervention s'est déroulée sous anesthésie locorégionale par bloc du plexus brachial par voie axillaire chez tous nos patients.

4- Intervention :

Le temps microchirurgicale de la revascularisation nécessite une instrumentation adaptée. Cependant, cela n'est pas toujours possible par défaut de moyen. Le matériel utilisé au sein de notre service pour la réparation microchirurgicale est représentée dans les figures suivantes :



Loupe binoculaire chirurgicale.



Instruments de microchirurgie en titane :

De gauche à droite : pince à disséquer, micro-ciseaux, porte-aiguille.

Tous les patients dans notre série ont été traité suivants les étapes suivantes :

- Parage du bord des moignons, et repérage de toutes les structures grâce à des incisions latéro-digitales.
- Réalisation d'une ostéosynthèse par des broches de Kirschner croisées. Les broches sont d'abord introduites au niveau des doigts amputés. Le placement des broches, en va et vient à travers la tranche de section osseuse, s'effectue avec toute la précision requise, à distance des trajets pédiculaires.
- Réparation des tendons fléchisseurs : seul le tendon fléchisseur profond est réparé par une suture de type Kessler au fil non résorbable 4/0.
- Réparation des tendons extenseurs : par des points en X.
- Réparation des artères digitales : chaque extrémité artérielle est repérée puis disséquée. La manipulation du vaisseau s'effectue en utilisant les pinces fines sans griffe. Lorsqu'une longueur suffisante du vaisseau est obtenue de part et d'autre, celui-ci est mis sur clamp, la recoupe de l'artère est effectuée alors aux micros-ciseaux perpendiculairement à l'axe de vaisseau. Après lavage des vaisseaux au sérum hépariné une anastomose termino-terminale est réalisée à l'aide du fil 8/0. Le lâcher du clamp est effectué au terme de l'anastomose.
- Réparation des nerfs collatéraux: par des sutures directes soigneuses.
- Réparation veineuse : au moins deux veines ont été réparé par sutures directes, sans avoir recours à une greffe veineuse. Une incision rétro-unguéale était pratiquée dans les cas où toute anastomose veineuse était impossible.
- Lâchage du garrot après l'ensemble des réparations
- fermeture cutanée : la fermeture cutanée s'effectue à points séparés lâches et sans tension.

- Pansement humide et gras non circonférentiel, cotonné et lâche. Le pansement laissait libre l'extrémité exposée de façon à ce que le segment réimplanté soit visible pour le contrôle post opératoire.

5- Soins postopératoires :

Tous les patients ont été mis sous traitement anticoagulant composé de l'énoxaparine à une dose adaptée au poids du patient, et de l'Aspégic 1000 mg/jour. La durée du traitement anticoagulant était de 1 mois.

Une antibiothérapie prophylactique était systématiquement débutée chez les patients.

Le protocole postopératoire consistait en l'immobilisation par attelle dorsale en plâtre ; membre supérieur tenu au chaud.

La durée d'hospitalisation était de 3 jours avec repos au lit et surveillance clinique: coloration cutanée, température, pouls capillaire et la tonicité de la pulpe.

(Image 13 et 15).

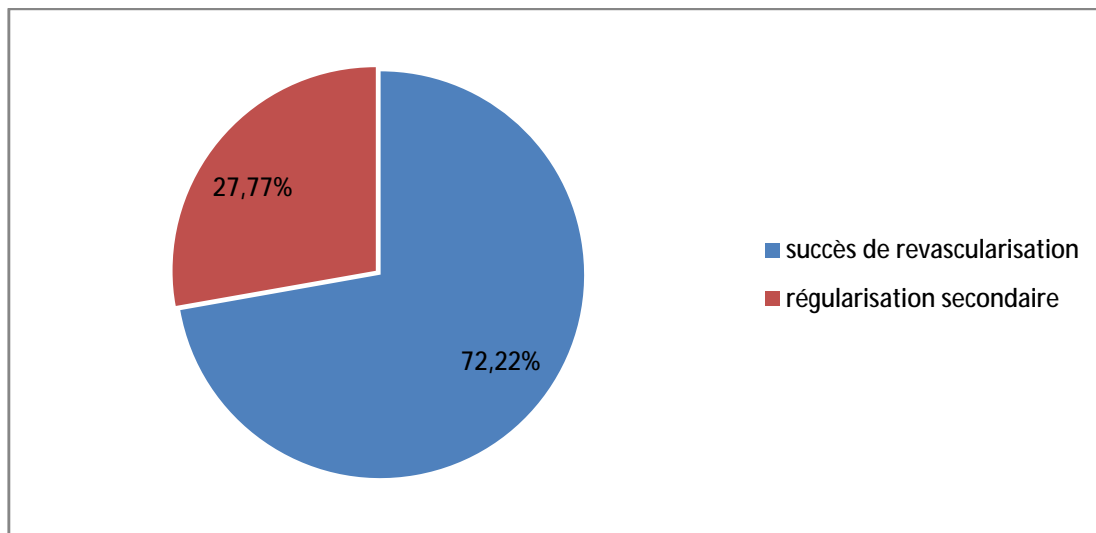
La mobilisation des doigts en passif est recommandée à partir de la troisième semaine et la mobilisation active à partir de la sixième semaine postopératoire. L'attelle est laissée en place pour une durée de 6 semaines.

La rééducation était habituellement prescrite pour une durée totale de six mois.

Les contrôles cliniques et radiologiques étaient systématiquement effectués à une semaine de la sortie, à trois semaines, au 3e mois, au 6e mois et à un an en postopératoire.

V- Résultats du traitement :

Cinq revascularisations ont été secondairement régularisées soit 27,7% des cas opérés.

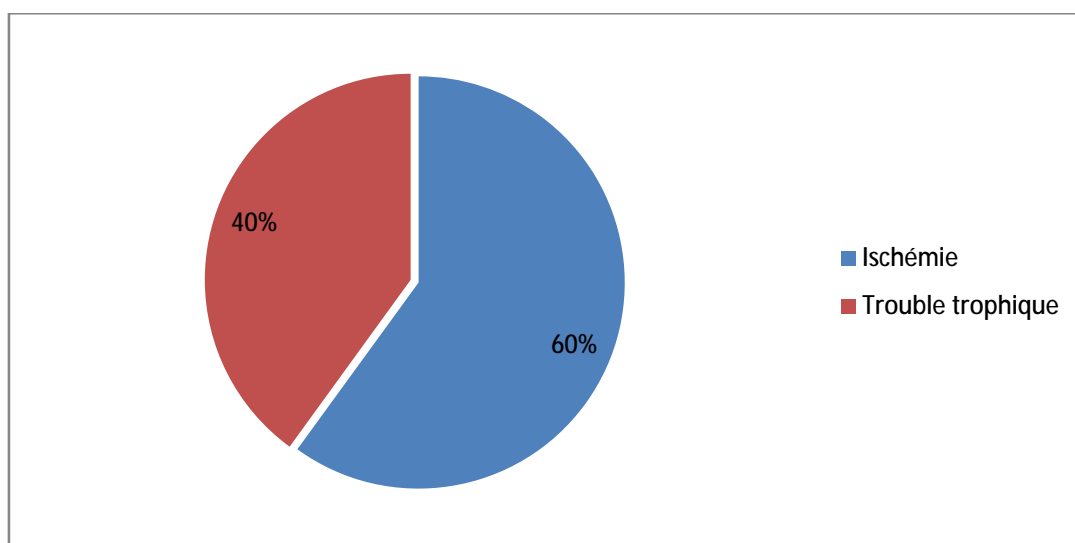


Graphique 9 : répartition selon succès de revascularisation.

Trois doigts ont été régularisés pour ischémie. Chez ces trois patients le siège de l'amputation était distal, l'anastomose veineuse était délicate.

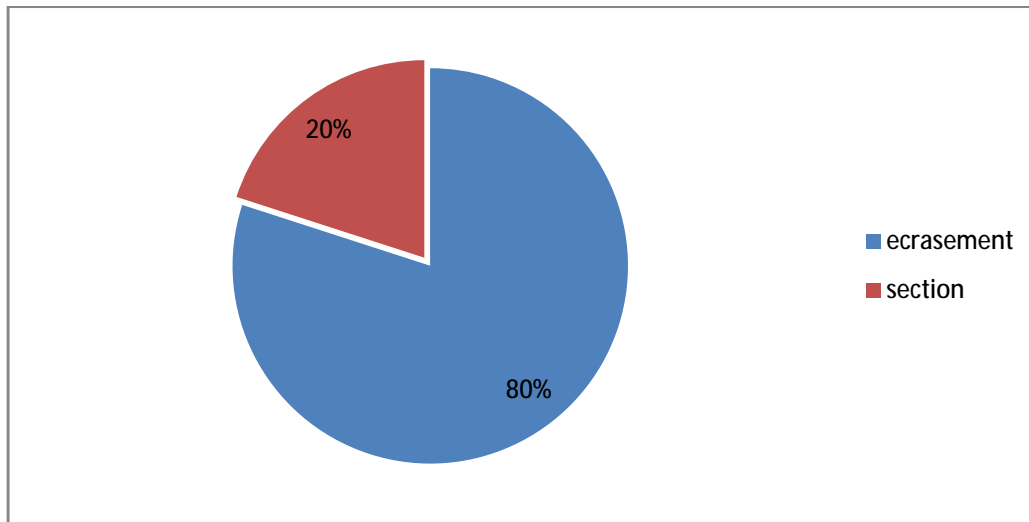
Les deux autres doigts étaient régularisés pour troubles trophiques.

(Image 9 et 10)



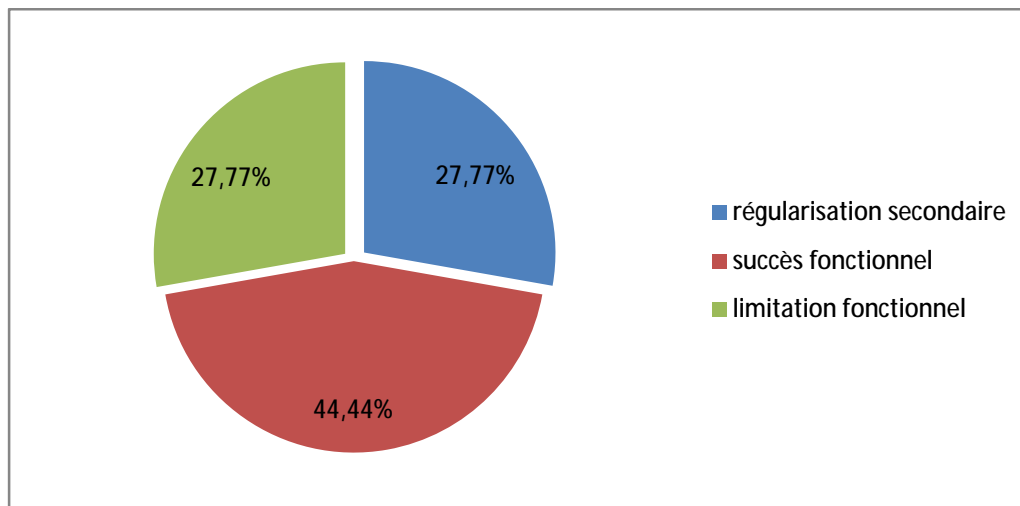
Graphique 10 : répartition selon la complication menant à la régularisation

Parmi les cinq doigts régularisés, on trouve quatre doigts dont le mécanisme de lésion était par écrasement. Seul un cas des traumatismes par section a nécessité une régularisation.



Graphique 11 : répartition des régularisations selon le mécanisme lésionnel.

Huit revascularisations ont favorablement évolué sans chirurgie de reprise et sans complication secondaire précoce et tardive, avec restitution complète de la mobilité passive et active du doigt opéré (Image 16). Par conséquent, le pourcentage de succès fonctionnel de la replantation est chiffré à 44,44%.



Graphique 12 : répartition des cas selon les résultats

Malgré les conditions difficiles, notamment l'acheminement du fragment distal, le délai de prise en charge retardé et le manque de moyens, nous avons noté des résultats satisfaisants dans notre série.

ICONOGRAPHIE

Cas numéro 1 :

Patient droitier admis dans le cadre d'un accident de travail, le mécanisme lésionnel était un écrasement du pouce gauche.



Image 1 : Amputation trans P2 du pouce de la main gauche.



Image 2 : fragment distal du pouce amputé.



Image 3 : radiographie de la main gauche de face, amputation trans P2 du pouce.

➡ Après échec de la revascularisation dû à des troubles trophiques, le patient a bénéficié d'une régularisation secondaire.

Cas numéro 2 :

Patient âgé de 21 ans, droitier, mécanisme lésionnel était une section, par la portière d'un camion, admis à H 12.



Image 4 : face palmaire de la main, amputation trans P1 du cinquième doigt.



Image 5 : face dorsale de la main, amputation trans P1 du cinquième doigt.



Image 6 : amputation trans P1 du 5^{ème} doigt.



Image 7: fragment distal du 5^{ème} doigt amputé. Mauvais acheminement du doigt amputé (mis dans un verre de lait).



Image 8 : radiographie de la main de face et de profil, amputation trans P1 du 5^{ème} doigt.

➡ *Régularisation.*

Cas numéro 3 :

Amputation totale trans P3 du 2^{ème} et 3^{ème} doigt de la main droite. Mécanisme lésionnel par section franche par coup de hache.



Image9 et 10 : nécrose du fragment réimplanté du 2^{ème} doigt.

➡ Régularisation secondaire du 2^{ème} doigt.

Cas numéro 4 :

Patient droitier admis pour dévascularisation multidigitale de la main gauche, suite à une agression par arme blanche.



Image 11 : dévascularisation multidigitale au niveau du pouce, du 2^{ème} et du 3^{ème} doigt.



Image12: revascularisation pluridigitale.



Image13: résultats 72h du post opératoire.

Cas numéro 5 :

Patient droitier, admis dans le cadre d'un accident de travail, doigt pris par une machine.



Image14 : Dévascularisation trans P1 de l'index droit.



Image15 : Aspect post opératoire après revascularisation.



Image16 : résultat fonctionnel après 6mois.

Cas numéro 6 :



Image 17 : amputation trans P2 du 4^{ème} doigt de la main gauche.



Image 18 : replantation digitale, résultats à 48h du post opératoire.

Cas numéro 7 :



Image 19 : dévascularisation trans P3 du pouce.



Image 20 : amputation trans P3 du pouce.

DISCUSSION

I-Introduction :

Les dévascularisations digitales sont des lésions fréquentes, la majorité étant provoquée par des accidents de travail. Les conditions d'acheminement, la qualité du segment atteint et la technique chirurgicale conditionnent le résultat final de la revascularisation. Sans omettre les soins et la rééducation postopératoire. La prise en charge multidisciplinaire est le seul garant d'une meilleure récupération fonctionnelle, et d'une réinsertion socioprofessionnelle précoce.

Le diagnostic de dévascularisation, qu'il se fasse sur un ou plusieurs doigts, doit être porté dès l'admission du blessé car il définit le degré d'urgence. Le temps de revascularisation comporte le rétablissement de l'apport artériel et du flux de retour veineux. Il est entrepris une fois assurée la stabilisation du squelette(1).

La revascularisation digitale est devenue une technique bien établie dans la chirurgie reconstructive de la main. De nombreux centres de replantation autour du monde ont publié des séries avec des taux de survies impressionnants. Le but ultime est la restauration de la fonction normale de la main et des doigts.

II- Rappel historique:

Le premier rapport médical documenté à propos de la replantation remonte au moyen âge, quand Guy de Chauliac, l'un des chirurgiens de l'époque médiévale, a reporté dans son travail *Chirurgia Magna* (1363), que la replantation d'un membre amputé est impossible. Durant le quinzième jusqu'au dix septième siècle, des rapports de replantation de nez étaient publiés par des chirurgiens européens basés sur des techniques de reconstruction de nez développées en inde, où des criminels et des habitants des villes vaincus étaient punis par amputation du nez. Ce n'est qu'en 1800 que la replantation digitale est devenue une possibilité. William Balfour

dans le Journal Médical et Chirurgical de 1814 a publié le premier rapport médical d'une replantation digitale. Balfour a replanté avec succès les doigts de son fils : l'index, le majeur et l'annulaire, qui étaient partiellement amputés(2). Ces replantations étaient performées sans anastomose vasculaire. Ainsi, on suspecte que ces doigts aient survécus autant que greffes composites. Cependant, la théorie de la recanalisation spontanée survenant dans les greffes composites ne sera publiée qu'en 1964 par Douglas and Foster (3).

Le travail expérimental dans la replantation et les techniques d'anastomose vasculaire, débuté simultanément par Halsted, Hopfner et Carrel durant la fin du dix-neuvième siècle et le début du vingtième siècle, a fourni les principes fondamentaux du nouveau domaine de la chirurgie vasculaire. Alexis Carrel, gagnant du Prix Noble en 1912 pour son développement des techniques d'anastomose vasculaire, a performé la première replantation d'un membre arrière chez un chien en 1906 (2, 4).

Avec plus de progrès techniques dans le matériel de suture et les instruments chirurgicaux, principalement le microscope de la salle d'opération, la replantation est devenu une procédure standard de laboratoire. C'est durant cette période que Harry Buncke est crédité pour le développement du premier set d'instruments microchirurgicaux, micro sutures (constitués d'un seul fil de cocon de soie) et d'aiguilles microchirurgicales (5).

Ce n'est que dans les années 1960 que la replantation est devenue réalité. Ronald Malt réalisa une replantation du membre supérieur droit chez un garçon de 12 ans après une amputation survenue lors d'un accident de train en 1962, ce qui fut le premier succès de replantation de membre supérieur chez un patient (4). Le développement de l'anastomose vasculaire microchirurgicale par Jacobson et Suarez en 1960 ont permis la replantation de parties plus petites du corps humain, tels que

les doigts, orteils, oreilles, cuir chevelu, lèvres et organes génitaux (6, 7, 8). Une nouvelle ère dans la chirurgie reconstructive avait commencé. Kleinert et al. ont réalisé la première anastomose artérielle digitale dans la revascularisation d'un doigt partiellement amputé en 1963(7). La première replantation d'un doigt amputé par anastomose micro vasculaire a été performée par Komatsu et Tamai en 1965 (8). Simultanément, des avancées exceptionnelles dans le domaine de la replantation étaient en cours à Shangai, Chine. Les chinois ont partagé leur grande expérience avec le reste du monde, y compris les techniques pionnières dans la replantation croisée, replantation transpositionnelle, ainsi que les transferts orteil – doigt (9, 10).

Au cours des décennies des années 1970 et 1980, avec les techniques microchirurgicales bien établies parmi les chirurgiens reconstructifs, nombreux centres de replantation à travers le monde ont reporté des séries avec d'impressionnants taux de survies de plus de 80% (10, 11, 12, 13, 14, 15, 16). Cependant, la survie sans restauration de la fonction n'est pas une réussite (9), et la littérature la plus récente est axée sur les résultats fonctionnels à long terme après la replantation (16, 17, 18).

Le but ultime et le bénéfice réel de la replantation sont déterminés par la récupération fonctionnelle et est liée non seulement au succès de l'anastomose micro vasculaire mais aussi aux réparations osseuses, tendineuses, cutanées et nerveuses adéquates.

III- Rappel anatomique : (19)

Le diagnostic des dévascularisations digitales, leur prise en charge chirurgicale et celle de leurs complications et séquelles nécessitent un minimum de connaissances anatomiques, qu'on a tenté de regrouper ici. Elles sont représentées de la surface à la profondeur.

1. Revêtement cutané

1.1. Caractéristiques physiques :

a. A la face dorsale :

La peau dorsale est plus fragile que la peau palmaire : couche cornée plus mince, épiderme peu épais, derme moins épais et moins résistant, lâchement fixé aux plans profonds par rapport auxquels ils peuvent se déplacer. Cette fragilité augmente avec l'âge.

Les structures nobles sous jacentes (appareil extenseur, articulations) sont très superficielles.

Le tissu sous cutané y est lâche. *L'œdème, les hématomes, les phlegmons peuvent prendre des proportions inquiétantes.*

Ses phanères diffèrent également de ceux de la face palmaire : présence d'appareils pilosébacés et surtout des ongles.

Au dos de la main, la peau est souple, mobile, relativement extensible, ce qui permet la flexion complète des articulations du poignet et des doigts. Au repos, elle représente une surface d'environ 100 cm² ; en flexion complète, sa surface augmente de 20%.

Une rétraction cutanée peut à elle seule limiter l'amplitude de la flexion de l'articulation sous-jacente. Une plastie cutanée, une greffe ou un lambeau sont alors

un geste préalable ou contemporain à des gestes plus profonds (ténolyse, arthrolyse).

b. A la face palmaire :

La peau est épaisse, beaucoup plus sensible qu'à la face dorsale.

Le remplacement de la peau sensible de la pulpe d'un doigt par une peau insensible rend le doigt pratiquement inutilisable.

La peau adhère aux structures sous jacentes (fascias) par des tractus conjonctifs. Ces adhérences permettent la fermeté de la prise.

Le remplacement de la peau palmaire par un lambeau fortement adipeux, comme le lambeau inguinal, diminue considérablement la qualité de la prise.

La peau forme des lits et des sillons, les dermatoglyphes, qui permettent la prise des empreintes digitales.

1.2. Plis de la face palmaire :

La paume de la main présente habituellement trois plis :

- Le pli palmaire proximal, ou pli thénarien ou pli d'opposition, oblique distalement et en dehors ;
- Le pli palmaire moyen, transversal, dont l'extrémité latérale est commune avec le pli palmaire proximal ;
- Le pli palmaire distal, se terminant habituellement dans la 2^{ème} commissure.

La ligne transversale unissant l'extrémité latérale du pli palmaire moyen et l'extrémité ulnaire du pli palmaire distal correspond au col des métacarpiens et au bord proximal des poulies A1.

Chaque doigt long présente trois plis :

- Le pli digitale palmaire sépare le doigt de la paume ; *il ne correspond pas à l'articulation métacarpo-phalangienne (MCP), mais à la base de la phalange proximale et au bord proximal de la poulie A2 ;*

- Le pli interphalangien proximal est habituellement dédoublé, *le plus proximal des deux correspond à l'articulation interphalangienne proximale (IPP) ; le plus distal des deux correspond au bord proximal de la poulie A4 ;*
- Le pli interphalangien distal est habituellement simple, sauf l'index où il est souvent dédoublé. *Il est très légèrement proximal à l'articulation interphalangienne distale (IPD).*

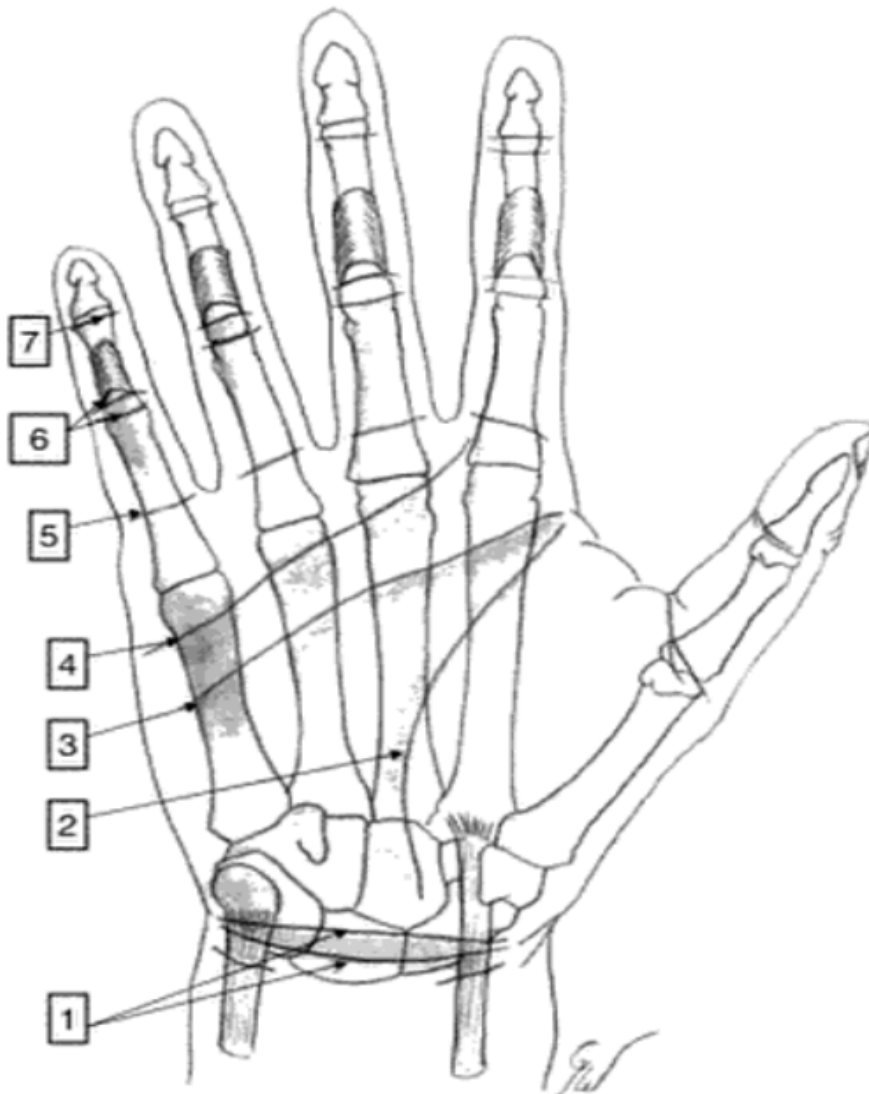


Figure 1. Vue antérieure de la face palmaire du poignet, de la paume et des doigts, avec les plis palmaires et les projections squelettiques sous-jacentes. 1. Plis palmaires du poignet. 2. Pli palmaire proximal ou thénarien. 3. Pli palmaire moyen. 4. Pli palmaire distal. 5. Pli digitopalmaire. 6. Plis de flexion interphalangiens proximaux. 7. Pli de flexion interphalangien distal.

1.3. Plis de la face dorsale :

La face dorsale des articulations IPP et, à un moindre degré, MCP et IPD, présente un excès cutané qui autorise la mobilité en flexion de ces articulations.

La perte d'élasticité de la peau dorsale à rétraction suture sous tension après la perte de substance ou greffe rétractile, limite la flexion de l'articulation située en regard.

La séparation des peaux palmaire et dorsale est marquée par des lignes d'adhérences, surtout nettes au niveau des doigts, où elles correspondent aux ligaments de Cleland, ligaments ostéo-cutanés passant en arrière du paquet vasculo-nerveux digital palmaire propre (dit « collatéral »). Cette ligne de partage passe par le sommet des plis de flexion interphalangiens.

Une incision passant par le sommet des plis de flexion interphalangiennes n'est soumise à aucune tension, ne se rétracte pas et permet une mobilisation immédiate.

1.4. Dépressions cutanées de la face dorsale :

La plus importante des dépressions cutanées de la face dorsale (figure 2) est la tabatière anatomique, limitée par le tendon long extenseur du pouce en arrière et les tendons court extenseur et long abducteur du pouce en avant. Elle est mieux visible en extension-abduction du pouce. *Elle correspond en profondeur au scaphoïde, au trapèze et à l'artère radiale.*

La deuxième, la tabatière accessoire, lui est plus ulnaire, entre le tendon long extenseur du pouce en dehors et les tendons extenseurs radiaux du carpe en dedans. Elle est triangulaire, ouverte distalement. *Elle correspond en profondeur au pôle proximal du scaphoïde.*

La troisième est encore plus ulnaire ; c'est la « fossette de crucifixion », entre les tendons extenseurs radiaux du carpe en dehors et les tendons extenseurs des doigts longs en dedans. *Elle correspond en profondeur à l'articulation scapho-ulnaire.*

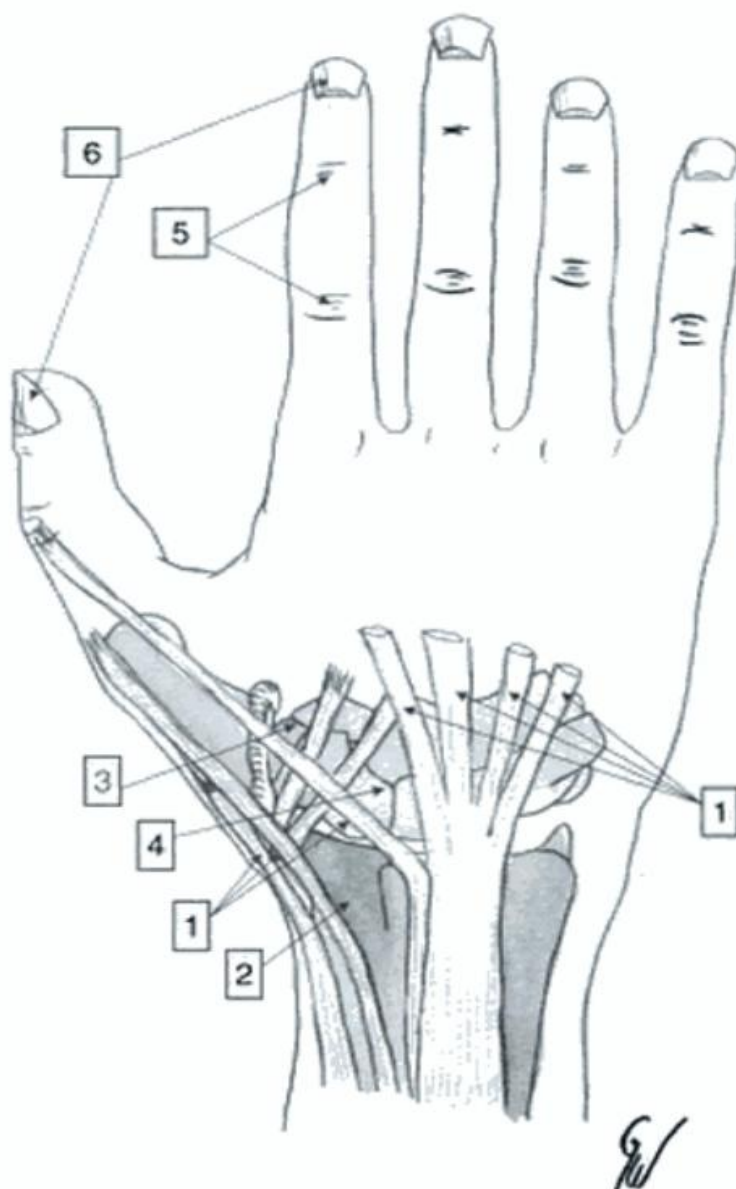


Figure 2. Vue postérieure de la face dorsale du poignet, de la main et des doigts, avec les plis dorsaux, les ongles et les projections squelettiques sous-jacentes. 1. Saillies des tendons extenseurs (extenseur des doigts, longs extenseur et court extenseur du pouce). 2. Tabatière anatomique. 3. Tabatière accessoire. 4. Fossette de crucifixion. 5. Excès cutané responsable de plis transversaux à la face dorsale des articulations interphalangiennes proximales (IPP). 6. Ongle.

1.5. Unités fonctionnelles : (Figure 3 et 4)

Comme au niveau de la face, il est préférable à la main d'exciser, puis de greffe ou de recouvrir des zones anatomiques complètes dont les caractéristiques physiques (notamment adhérence ou mobilité) sont voisines, plutôt que les recouvrir «au hasard», au risque de voir survenir des brides rétractiles à la limite entre les zones conservées et remplacées. Il est aussi préférable, quand cela est possible, que les incisions cheminent à la limite des unités fonctionnelles.

A la face palmaire de la main, on décrit :

- § Une unité cutanée pour chaque doigt, au-delà du pli digito-palmaire ;
- § Une unité cutanée pour la zone située entre le pli palmaire distal et les plis digito-palmaires ;
- § Une unité cutanée pour la zone correspondant à l'aponévrose palmaire moyenne ;
- § Une unité cutanée pour l'éminence thénar ;
- § Une unité cutanée pour la 1^{re} commissure, entre les trois précédentes.
- § Une unité cutanée pour l'éminence hypothénar ;

Au dos de la main on décrit :

- § Une grande unité cutanée centrale allant du poignet aux articulations IPP des doigts longs et interphalangienne du pouce ;
- § De petites unités cutanées commissurales triangulaires ou pentagonales ;
- § De petites unités cutanées elliptiques correspondant aux faces dorsales des IPP et IPD des doigts longs et IP du pouce, caractérisées par un excès de peau considérable quand le doigt est étendu, et nécessaire à la flexion complète de l'articulation sous-jacente ;
- § Des unités cutanées rectangulaires correspondant à la face dorsale des phalanges intermédiaires, où la peau est fine, tendue et peu mobile ;
- § Des unités cutanées distales caractérisées par la présence de l'ongle.



Figure 3. Vue antérieure de la face palmaire de la main avec ses unités fonctionnelles.



Figure 4. Vue postérieure de la face dorsale de la main avec ses unités fonctionnelles.

1.6. Appareil unguéal :

Lorsqu'on examine l'ongle (figure 5 et 6) par sa face dorsale, on voit qu'il est limité :

- § Latéralement, par des sillons et des bourrelets latéraux (qui sont responsables de l'incarnation de l'ongle au pied) ;
- § Distalement, par un sillon distal ;
- § Proximalelement, par un sillon proximal et un repli cutané formé de deux parties ;
 - Une partie épaisse, pimentée, adhérant à la base de l'ongle qu'elle recouvre, l'éponychium ;
 - Une partie mince, que l'on peut facilement repousser proximalelement, la cuticule.

L'ongle lui-même est formé de trois parties :

- § Une matrice, dont la majeure partie est recouverte par l'éponychium, mais dont la partie distale est visible à la racine de l'ongle, formant la lunule. C'est la zone de croissance de l'ongle, dont la partie proximale et superficielle va former la partie superficielle de la tablette, et la partie distale et profonde, la partie profonde de la tablette. Elle adhère à la phalange distale, qui lui donne sa courbure ;
- § Une tablette, transparente, laissant voir les éventuelles colorations anormales du lit (naevus, tumeur glomique), dure car formée de kératine dure, transversale, lisse à sa face superficielle, striée longitudinalement à sa face profonde ; ces sillons s'enfoncent dans des dépressions homologues du lit de l'ongle adhérant au lit de l'ongle ;
- § Une partie libre, plus ou moins longue.

Le lit de l'ongle est constitué par l'épiderme dorsal du doigt, dont la kératine est molle, adhérant intimement à la tablette de l'ongle dont il ne peut normalement être séparé. Sa partie distale, comblant le sillon distal, forme l'hyponychium.

La matrice se projette en regard de l'union du tiers proximal et des deux tiers distaux de la face dorsale de la phalange distale P3. Pour cette raison, les fractures transversales de la phalange distale s'accompagnent habituellement d'une avulsion de l'ongle.

La matrice est la zone de croissance de l'ongle ; toute cicatrice irrégulière de la matrice sera responsable d'une irrégularité définitive de l'ongle. Pour que l'ongle nouvellement formé y adhère, le lit de l'ongle doit être soigneusement suturé.

L'ongle joue un rôle capital dans les prises de deux façons :

- § Mécaniquement, par son extrémité dans la prise unguéale, le grattage ;
- § En donnant un support à la pulpe, dont il améliore la sensibilité.

La perte de l'ongle s'accompagne d'une diminution importante de la sensibilité pulpaire.

L'ongle pousse de 2 à 3 mm par mois, deux à trois fois plus vite qu'au niveau des orteils ; sa restitution après avulsion complète nécessite 4 à 5 mois. La croissance est proportionnelle à la longueur du doigt : c'est l'ongle du majeur qui pousse le plus vite ; elle dépend également du côté dominant ou dominé : chez les droitiers, les ongles de la main droite poussent plus vite que ceux de la main gauche.

Son rôle esthétique est important, particulièrement chez la femme.

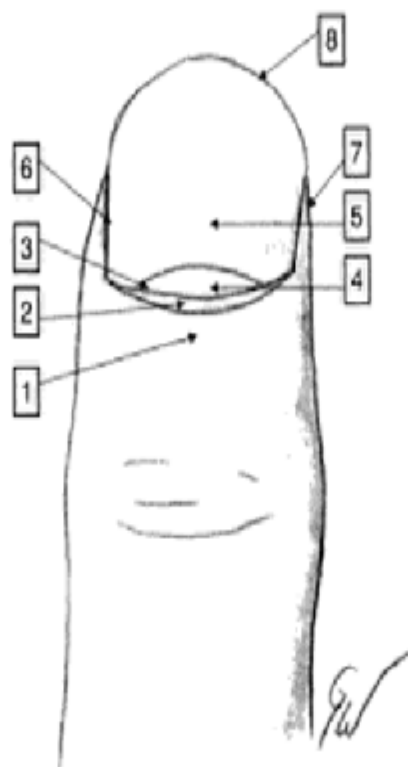


Figure 5. Vue dorsale d'un ongle. 1. Éponychium. 2. Cuticule. 3. Sillon proximal. 4. Lunule. 5. Tablette. 6. Sillon latéral. 7. Bourrelet latéral. 8. Bord libre.

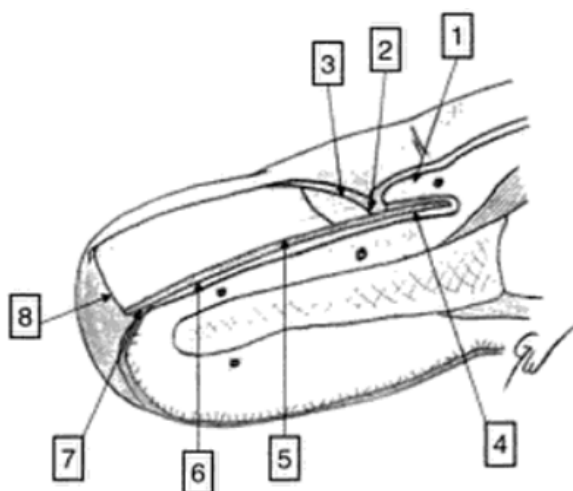


Figure 6. Coupe longitudinale d'un ongle. 1. Éponychium. 2. Cuticule. 3. Sillon proximal. 4. Matrice. 5. Tablette. 6. Lit. 7. Hyponychium. 8. Bord libre.

2. Topographie et distribution des nerfs :

2.1. Grands axes nerveux de la main :

L'essentiel de l'innervation de la main est assuré par les nerfs médian et ulnaire, par leurs branches collatérales ou terminales, et (à un moindre degré) par le nerf radial (par son rameau superficiel et l'extrémité distal de son rameau profond). Ils doivent donc être réparés.

a. Nerf médian :

A l'avant-bras, le nerf médian chemine entre les muscles fléchisseurs superficiel et profond des doigts (figure7). Lorsqu'il apparaît au bord latéral du chef du fléchisseur superficiel destinée au 3^{ème} doigt, à 4cm du pli de flexion du poignet, le nerf médian abandonne son rameau cutané palmaire. Celui-ci perfore obliquement le fascia antébrachial, immédiatement au bord ulnaire du tendon du fléchisseur radial du carpe ; il se distribue à la peau de l'éminence thénar.

Le nerf médian s'engage ensuite sous le rétinaculum des fléchisseurs, dans le canal carpien. Son rameau moteur thénarien naît habituellement de sa face radio-palmaire dans le canal carpien et se distribue aux muscles thénariens superficiels.

La section du nerf médian est responsable d'une paralysie de l'opposition du pouce.

Au bord distal du rétinaculum des fléchisseurs, le nerf médian se divise en ses branches terminales, les nerfs digitaux palmaires propres du pouce, le nerf digital palmaire radial de l'index, les nerfs digitaux palmaires communs des 2^{ème} et 3^{ème} espaces.

Les plaies qui siègent proximale au rétinaculum des fléchisseurs comportent un risque d'erreur lors des sutures fasciculaires, car, à ce niveau, le nerf comporte des fibres motrices et sensibles. Les plaies qui siègent distalement au rétinaculum des fléchisseurs intéressent les branches de division du nerf médian ;

elles ne sont que sensibles mais doivent être réparées les unes après les autres, car elles innervent les pulpes les plus importantes sur le plan sensitif.

b. Nerf ulnaire :

A l'avant-bras, le nerf ulnaire chemine au bord radial du fléchisseur ulnaire du carpe, en dedans de l'artère homonyme (figure 7 et 8). A une hauteur variable du pli de flexion du poignet, il abandonne un rameau cutané palmaire, plus variable et moins important que celui du nerf médian, destiné à l'innervation de la peau de la région hypothénarienne.

A 8 cm environ du pli de flexion du poignet, le nerf ulnaire abandonne son rameau cutané dorsal. Celui-ci passe entre le muscle fléchisseur ulnaire du carpe et l'extrémité distale de l'ulna. Il perfore le fascia antébrachial pour devenir sous-cutané. Il contourne l'extrémité distale de l'ulna, oblique distalement et en dehors. Il se termine en se divisant en un nerf digital dorsal propre pour le bord ulnaire du 5^{ème} doigt, un nerf digital dorsal commun pour les deux versants de la 4^{ème} commissure, et un nerf digital dorsal commun pour les deux versants de la 3^{ème} commissure. Il est responsable de la sensibilité de la moitié ulnaire de la face dorsale de la main.

Le nerf ulnaire s'engage ensuite dans le canal de Guyon, toujours en dedans de l'artère homonyme, où il se divise en ses rameaux terminaux. Le rameau superficiel est essentiellement sensitif et fournit le nerf digital palmaire propre ulnaire du petit doigt et le nerf digital dorsal commun du 4^{ème} espace. Le rameau profond plonge au sein des muscles hypothénariens, entre abducteur du petit doigt d'une part, court fléchisseur et opposant du petit doigt, d'autre part, contournant l'hamulus de l'hamatum. Il y innerve les muscles hypothénariens. Il accompagne le rameau profond de l'artère ulnaire, plaqué sur les bases des métacarpiens. Il innerve tous les muscles interosseux, les deux lombricaux ulnaires, les muscles thénariens profonds.

La section du rameau profond du nerf ulnaire est responsable d'une paralysie subtotale des muscles intrinsèques de la main, et notamment des fléchisseurs, abducteurs et adducteurs des articulations MCP, et de l'adducteur du pouce.

c. Rameau superficiel du nerf radial :

Le rameau superficiel du nerf radial gagne la face postérieure du poignet en passant habituellement sous le tendon du brachio-radial (figure8). Il émerge en moyenne à 8cm au dessus du processus styloïde radial. Il croise les tendons du long abducteur et du court extenseur du pouce, contenus dans le 1^{er} compartiment.

Il émet ses branches par deux divisions successives. C'est d'abord le nerf digital dorsal radial du pouce qui se détache du tronc nerveux, à 5cm en moyenne au-dessus du processus styloïde radial. Puis se produit la bifurcation en nerfs digitaux dorsaux communs du 1^{er} espace et du 2^{ème} espace ; cette bifurcation est située en moyenne à 3cm du processus styloïde radial. Le nerf digital dorsal commun du 1^{er} espace se divise ensuite en nerf digital dorsal ulnaire du pouce et nerf digital dorsal de l'index ; le nerf digital dorsal commun du 2^{ème} espace se divise ensuite en nerf digital dorsal ulnaire de l'index et nerf digital dorsal du majeur.

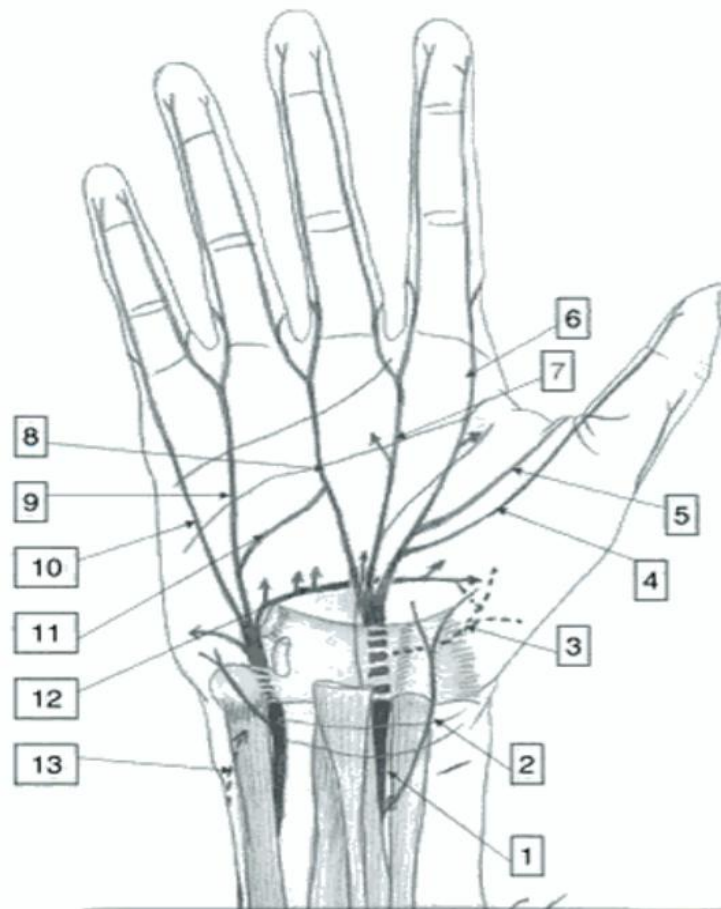


Figure 7. Vue antérieure de la face palmaire du poignet, de la main et des doigts, avec la projection du trajet et de la distribution du nerf médian et du tronc du nerf ulnaire. 1. Nerf médian. 2. Rameau cutané palmaire du nerf médian. 3. Rameau thénarien. 4. Nerf digital palmaire propre radial du pouce. 5. Nerf digital palmaire propre ulnaire du pouce. 6. Nerf digital palmaire propre radial de l'index. 7. Nerf digital palmaire commun du 2^e espace. 8. Nerf digital palmaire commun du 3^e espace. 9. Nerf digital palmaire commun du 4^e espace. 10. Nerf digital palmaire propre ulnaire du petit doigt. 11. Rameau communiquant médio-ulnaire de Berretini. 12. Rameau profond du nerf ulnaire. 13. Rameau dorsal du nerf ulnaire.

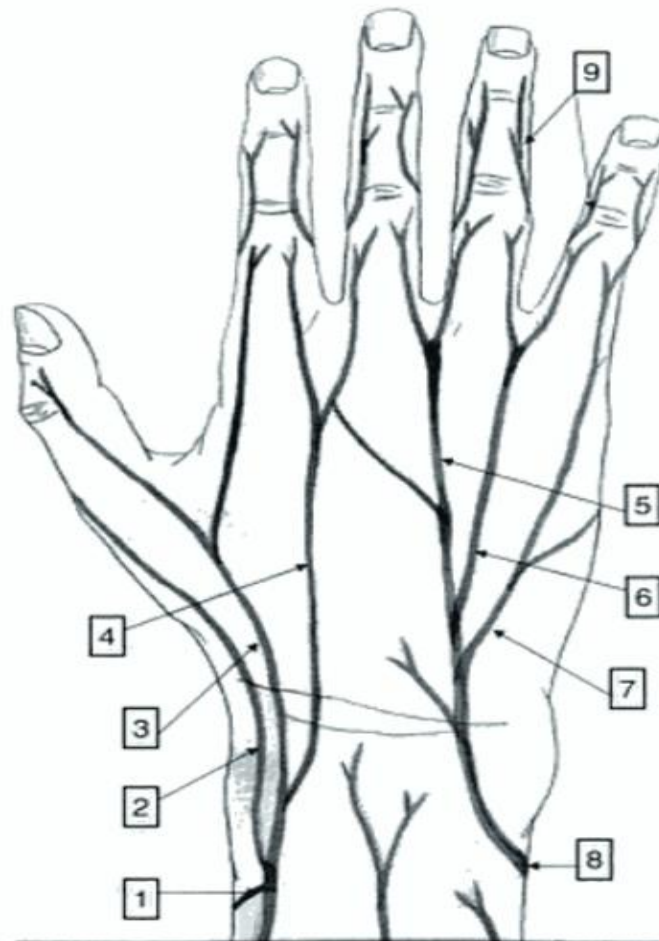


Figure 8. Vue postérieure de la face dorsale du poignet, de la main et des doigts, avec la projection du trajet et de la distribution du rameau superficiel du nerf radial et du rameau dorsal du nerf ulnaire. 1. Rameau superficiel du nerf radial. 2. Nerf digital dorsal propre radial du pouce. 3. Nerf digital dorsal commun du 1^{er} espace. 4. Nerf digital dorsal commun du 2^e espace. 5. Nerf digital dorsal commun du 3^e espace. 6. Nerf digital dorsal commun du 4^e espace. 7. Nerf digital dorsal propre ulnaire du petit doigt. 8. Rameau cutané dorsal du nerf ulnaire. 9. Rameau dorsal du nerf digital palmaire propre.

d. Rameaux communicants :

Les nerfs de la main échangent de nombreux rameaux communicants. Les plus connus sont les suivants :

§ Le rameau communicant médio-ulnaire superficiel de Berritini, au bord distal du rétinaculum des fléchisseurs, sous l'arcade palmaire superficielle, entre les nerfs digitaux palmaires communs des 3^{ème} et 4^{ème} espaces. Sa lésion peut entraîner une anesthésie d'un des deux versants du 4^{ème} doigt ;

§ Le rameau communicant médio-ulnaire profond de Riché et Cannieu, en plein dans la loge thénar, entre le rameau thénarien du nerf médian et le rameau profond du nerf ulnaire. *Son importance et sa distribution peuvent expliquer les atypies cliniques observées après les plaies du nerf ulnaire ou les plaies du nerf médian ;*

§ Le rameau communicant de Lejars entre le rameau superficiel du nerf radial et le nerf cutané latéral de l'avant- bras (terminal du nerf musculo-cutané) à la base de l'éminence thénar.

2.2. Territoires moteurs :

Le rameau superficiel du nerf radial n'est qu'un nerf sensitif, sans territoire moteur.

Le rameau profond du nerf radial est moteur de la loge postérieure de l'avant-bras ; sa branche terminale, le nerf interosseux postérieur, innerve notamment les trois muscles longs de la face dorsale du pouce (long abducteur, court et long extenseurs) et l'extenseur propre de l'index.

Le nerf médian est moteur pour les deux lombricaux radiaux et, surtout, les muscles thénariens superficiels : court abducteur, opposant et faisceau superficiel

du court fléchisseur du pouce. *Sa section est responsable d'une paralysie de l'opposition du pouce.*

Le nerf ulnaire est moteur pour tous les muscles hypothénariens, tous les muscles interosseux, les deux lombricaux ulnaires, et les muscles thénariens profonds ; adducteurs du pouce et faisceau profond du court fléchisseur du pouce. *La section du nerf ulnaire est responsable d'une paralysie subtotale des muscles intrinsèques de la main, notamment des fléchisseurs, abducteurs et adducteurs des articulations MCP, et de l'adducteur du pouce.*

2.3. Nerfs digitaux :

a. Disposition générale : (figure9)

Chaque doigt est innervé par deux nerfs digitaux palmaires propres (nerfs collatéraux) radial et ulnaire, et deux nerfs digitaux dorsaux propres, radial et ulnaire, et deux nerfs digitaux dorsaux propres, radial et ulnaire.

Chaque nerf digital palmaire commun se divise en deux nerfs digitaux palmaires propres innervant le bord radial et le bord ulnaire du même espace interosseux. *La section d'un nerf digital palmaire commun entraîne une anesthésie en feuillet de livre intéressant les deux versants de la même commissure.*

Les nerfs digitaux dorsaux propres sont grêles et s'épuisent à la face dorsale de la phalange proximale des doigts longs, alors qu'ils vont jusqu'à l'extrémité du pouce. *Ces nerfs accessoires ne doivent pas être systématiquement séparés. Leur inclusion dans un lambeau sensible est sans inconvénient.*

La face dorsale des phalanges moyennes et distales des doigts longs est sous la dépendance des rameaux dorsaux des nerfs digitaux palmaires propres, nés en regard de l'articulation MCP ou de la base de la phalange proximale P1. *Les nerfs doivent être réparés chaque fois que possible, pour éviter le développement d'un névrome.*

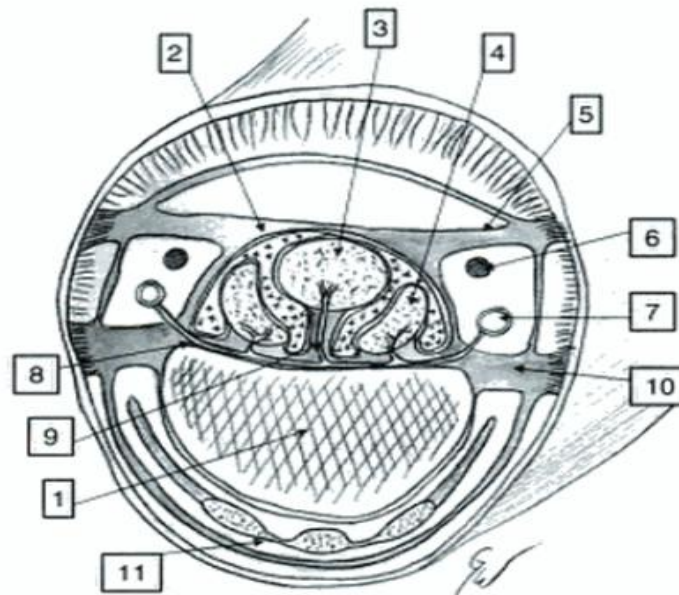


Figure 9. Coupe transversale d'un doigt long au col de la phalange proximale. 1. Phalange proximale. 2. Poulie C1. 3. Tendon fléchisseur profond (perforant). 4. Bandelettes du tendon fléchisseur superficiel (perforé). 5. Ligament de Grayson. 6. Nerf digital palmaire propre. 7. Artère digitale palmaire propre. 8. Arcade transverse proximale. 9. Artère du vinculum court du fléchisseur superficiel et du vinculum long du fléchisseur profond. 10. Ligament de Cleland. 11. Aponévrose dorsale de l'appareil extenseur, recevant par son bord latéral des extensions des interosseux et du lombrical.

b. Importance respective des nerfs digitaux palmaires propres radial et ulnaire :

Chaque doigt a une sensibilité maximale au niveau de la pulpe de la phalange distale. C'est la zone qui sert aux prises les plus fines. Chaque pulpe peut être divisée en deux moitiés, radiale et ulnaire, dépendant de deux nerfs digitaux palmaires propres différents et d'importance inégale sur le plan fonctionnel. Les héli-pulpes dominantes, les plus importantes et donc celles qu'il conviendra de reconstruire lorsqu'il faudra choisir, sont :

- § La moitié ulnaire de la pulpe du pouce, qui s'oppose aux doigts longs dans les prises pollici-digitales ;
- § La moitié radiale de la pulpe du petit doigt, qui ne s'oppose pas au pouce, mais est au contact de tout support sur lequel s'appuie la main (le plus souvent par son bord ulnaire), et où les paresthésies sont les plus gênantes.

3. Vascularisation de la main :

3.1. Grands axes artériels de la main :

L'essentiel de la vascularisation de la main est assuré par les artères radiale et ulnaire, chacune pour environ la moitié (figure 10 et 11). Elles doivent donc être réparées. Elles cheminent toutes deux à la face antérieure de l'avant-bras.

Les artères interosseuses antérieure et postérieure et l'inconstante artère médiane (accompagnant le nerf médian) ne sont que des axes secondaires.

3.2. Arcades anastomotiques entre les artères radiale et ulnaire :

Les principales arcades anastomotiques sont les arcades palmaires superficielle et profonde.

Les arcades accessoires sont l'arcade carpienne dorsale (ou dorsale du carpe), et les anastomoses entre les rameaux carpiens palmaires des artères radiale et ulnaire. Ces axes accessoires ne doivent pas être réparés, mais peuvent servir d'axe à un prélèvement osseux vascularisé.

a. Arcade palmaire superficielle :

L'arcade palmaire superficielle anastomose l'artère ulnaire au rameau palmaire de l'artère radiale (figure 10). Ce dernier est habituellement grêle et peut manquer ; dans ce cas, la source majeure de l'arcade palmaire superficielle est l'artère ulnaire. Elle affecte la forme d'un V dont le sommet distal se projette à l'intersection entre le pli palmaire moyen et l'axe de la 2^{ème} commissure.

L'arcade palmaire superficielle fournit habituellement les artères digitales palmaires communes des 2^{ème}, 3^{ème} et 4^{ème} espaces interosseux (qui se divisent en artères digitales palmaires propres un peu plus distales que la bifurcation des nerfs digitaux palmaires communs), l'artère digitale propre ulnaire du petit doigt et, parfois, l'artère digitale palmaire propre radiale de l'index.

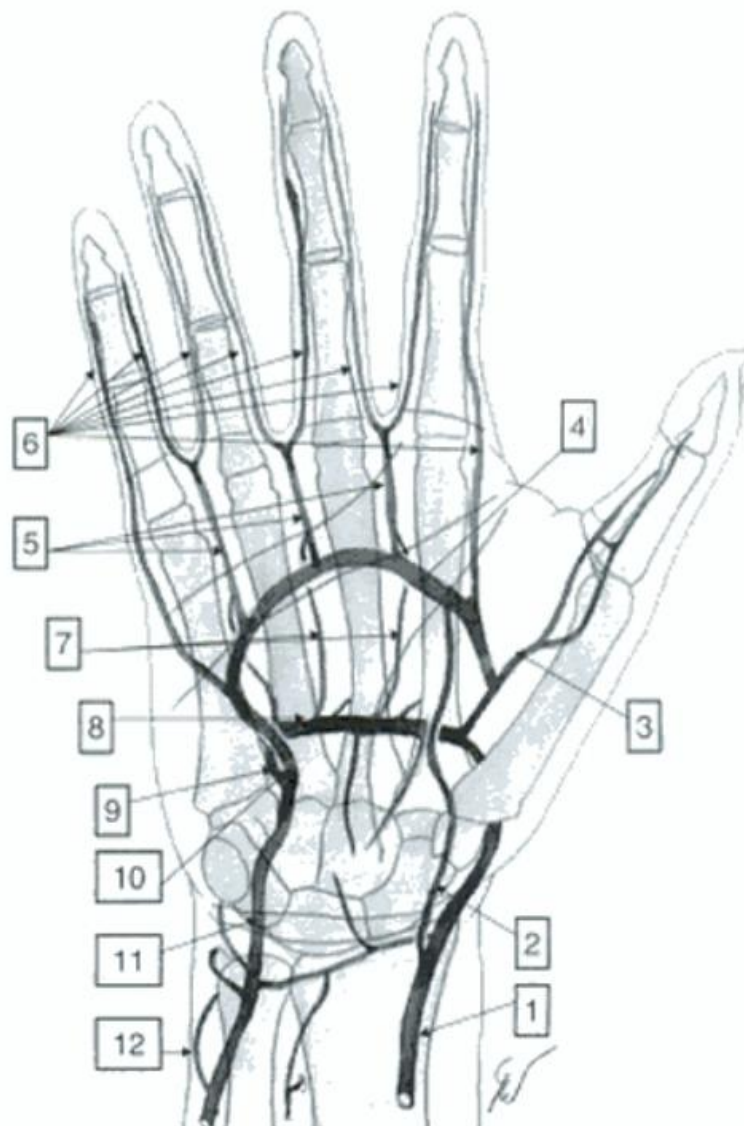


Figure 10. Vue antérieure de la main avec la projection des grands axes artériels sur le squelette sous-jacent et les plis cutanés. 1. Artère radiale. 2. Rameau superficiel de l'artère radiale. 3. Artère principale du pouce. 4. Arcade palmaire superficielle. 5. Artères digitales palmaires communes. 6. Artères digitales palmaires propres. 7. Artères métacarpiennes palmaires. 8. Arcade palmaire profonde. 9. Rameau profond de l'artère ulnaire. 10. Rameau superficiel de l'artère ulnaire. 11. Artère ulnaire. 12. Rameau dorsal de l'artère ulnaire.

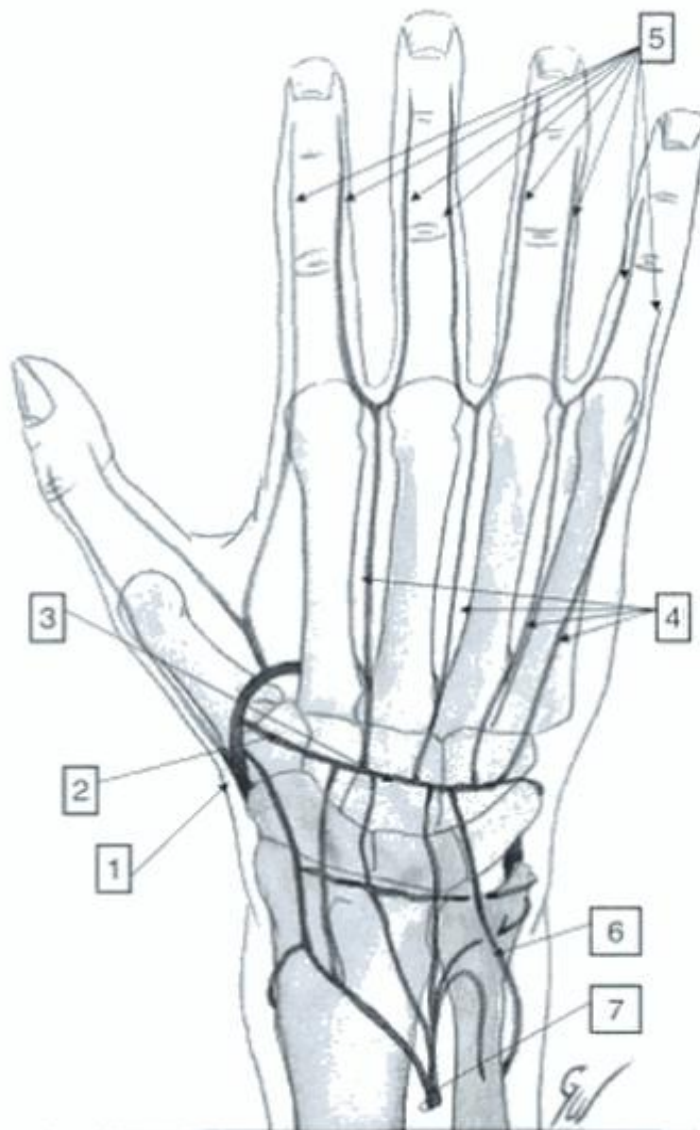


Figure 11. Vue postérieure de la main avec la projection des grands axes artériels sur le squelette sous-jacent et les plis cutanés. 1. Artère radiale. 2. Rameau carpien dorsal de l'artère radiale. 3. Arcade dorsale du carpe. 4. Artères métacarpiennes dorsales. 5. Artères digitales dorsales. 6. Rameau dorsal de l'artère ulnaire. 7. Rameau postérieur de l'artère interosseuse antérieure.

b. Arcade palmaire profonde :

L'arcade palmaire profonde anastomose l'artère radiale (une fois qu'elle est revenue de la face dorsale par la base du 1^{er} espace inter-métacarpien) au rameau profond de l'artère ulnaire (figure 10). Elle est constante. Elle affecte la forme d'un U à concavité proximale dont le sommet se projette sur le tiers proximal de la base du 3^{ème} métacarpien.

L'arcade palmaire profonde fournit habituellement l'artère principale du pouce, qui se divise en artères digitales palmaires propres radiale et ulnaire du pouce, et peut fournir l'artère digitale palmaire propre radiale de l'index.

c. Arcade dorsale du carpe :

L'arcade dorsale du carpe anastomose l'artère radiale au rameau dorsal de l'artère ulnaire (figure 11). Elle affecte la forme d'un U à concavité proximale cheminant en regard de la rangée distale du carpe, recevant le rameau postérieur de l'artère interosseuse antérieure. Elle donne naissance aux 2^{ème}, 3^{ème} et 4^{ème} artères métacarpiennes dorsales.

d. Importance respective des artères digitales palmaires propres radiale et ulnaire :

Chaque doigt a deux artères digitales palmaires propres (figure 10). Les artères digitales palmaires propres cheminent en arrière des nerfs digitaux palmaires propres.

Habituellement, celle dont le calibre est le plus faible est celle qui correspond au versant d'opposition.

3.3. Artères digitales :

a. Disposition générale :

Chaque doigt est vascularisé par deux artères digitales palmaires propres (artères collatérales) radiale et ulnaire, et deux artères digitales dorsales propres radiale et ulnaire (figure 9 et 10).

Les artères digitales dorsales propres sont grêles et laissent place à un réseau vasculaire dorsal au-delà de l'articulation MCP des doigts longs, alors qu'elles vont jusqu'à l'extrémité du pouce. Ces artères accessoires ne doivent pas être réparées mais peuvent servir d'axe à un lambeau vascularisé.

b. Arcades anastomotiques entre les artères digitales palmaires propres radiale et ulnaire :

Ces arcades sont au nombre de quatre (figure12). Ce sont, successivement :

§ L'arcade transverse proximale, en regard du col de la phalange proximale, entre la poulie C1 et la poulie A3, passant sous les freins de la plaque palmaire ; de cette arcade naît l'artère du vinculum court du fléchisseur superficiel et du vinculum long du fléchisseur profond ;

§ L'arcade transverse interphalangienne, en regard de la base de la phalange moyenne, au niveau de la poulie C2 ;

§ L'arcade transverse moyenne, en regard du col de la phalange moyenne, au niveau de la poulie C3 ; de cette anastomose naît l'artère du vinculum court du fléchisseur profond ;

§ L'arcade transverse distale ou arcade pulpaire, en regard de la base de la phalange distale.

Il peut en exister une cinquième, en regard de la base de la phalange proximale, entre la poulie A1 et la poulie A2. Elle est inconstante ; elle abandonne l'artère du vinculum long fléchisseur superficiel.

Ces nombreuses anastomoses permettent de ne réparer qu'une seule des deux artères digitales palmaires propres. Néanmoins, pour la trophicité du doigt, la réparation des deux artères digitales palmaires propres est souhaitable, notamment pour la qualité de la cicatrisation des réparations des tendons fléchisseurs.

c. Anastomoses entre les artères digitales palmaire et dorsale :

Le réseau artériel sous-cutané dorsal communique en plusieurs points avec l'artère digitale palmaire propre ipsilatérale (figure 13). Ces points de communication sont échelonnés de la façon suivante :

Ø Au niveau de l'articulation MCP, par deux systèmes :

§ Un système profond juxta-osseux, plaqué sur le col du métacarpien ;

§ Un système superficiel en regard de la base de la phalange proximal.

Ø Avec les artères digitales palmaires propres à quatre niveaux principaux :

§ En regard du milieu de la phalange proximale ;

§ En regard du col de la phalange proximale ;

§ En regard du milieu de la phalange moyenne ;

§ En regard de l'articulation IPD (riche réseau).

Autour de chacun de ces points de communication peuvent être levés des lambeaux dorsaux, antérogrades ou rétrogrades, utiles pour les pertes de substance dorsales.

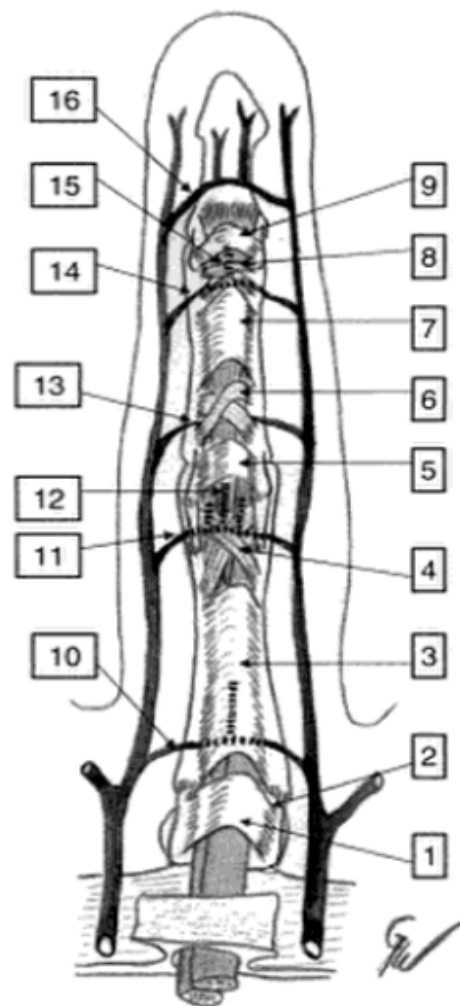


Figure 12. Vue antérieure d'un doigt long avec les poulies de l'appareil fléchisseur et les anastomoses transversales entre les artères digitales palmaires propres. 1. Poulie A1. 2. Plaque palmaire de l'articulation métacarpophalangienne (MCP). 3. Poulie A2. 4. Poulie C1. 5. Poulie A3. 6. Poulie C2. 7. Poulie A4. 8. Poulie C3. 9. Poulie A5. 10. Rameau proximal de l'artère digitale palmaire propre né en regard de la base de la phalange proximale et alimentant le vinculum long du fléchisseur superficiel. 11. Arcade transverse proximale. 12. Artère du vinculum court du fléchisseur superficiel et du vinculum long du fléchisseur profond. 13. Arcade transverse interphalangienne. 14. Arcade transverse moyenne. 15. Artère du vinculum court du fléchisseur profond. 16. Arcade transverse distale ou arcade pulpaire.

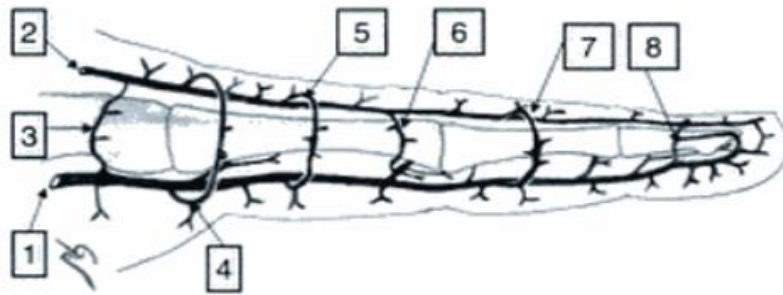


Figure 13. Vue latérale d'un doigt long avec le squelette sur lequel se projette les anastomoses entre les réseaux artériels palmaire et dorsal. 1. Artère digitale palmaire propre. 2. Réseau artériel sous-cutané dorsal. 3. 1^{er} système anastomotique, profond, au contact du col métacarpien. 4. 2^e système anastomotique, superficiel, en regard de la base de la phalange proximale. 5. 3^e système anastomotique, en regard du milieu de la phalange proximale. 6. 4^e système anastomotique, en regard du col de la phalange proximale. 7. 5^e système anastomotique en regard du milieu de la phalange moyenne. 8. 6^e système anastomotique, en regard de l'articulation IPD.



Figure 14. Vue postérieure de la main montrant la disposition des veines dorsales.

3.4. Réseau veineux :

Le réseau veineux, qui fonctionne à basse pression, est pauvre à la face palmaire, la face des prises et des appuis sous forte pression, et très développé à la face dorsale (figure 14).

Les artères digitales palmaires propres ne sont pas accompagnées d'une veine homologue identifiable, même s'il est possible de lever des lambeaux pulpairens en îlot sur le seul pédicule neuro-artériel (lambeau de Littler).

Les veines situées sur les bords dorso-radial et dorso-ulnaire des doigts communiquent entre elles en regard des faces dorsales des phalanges moyenne et proximale, alors qu'elles contournent les articulations IPP et MCP pour se placer dans les vallées inter-métacarpiennes. Le réseau veineux dorsal de la main est drainé par les veines céphalique et céphalique accessoire sur le bord radial et, de façon moins importante, par la veine basilique sur son bord ulnaire.

Les veines de la face dorsale doivent être respectées autant que possible pour limiter l'œdème postopératoire.

4. Appareil fléchisseur :

Chaque doigt dispose d'un appareil fléchisseur disposé à sa face palmaire, plaqué sur le squelette par une gaine fibreuse dont les renforcements superficiels constituent une série de poulies, et la face profonde une gaine synoviale. Cette dernière secrète un liquide synovial qui assure la lubrification de cet appareil fléchisseur et diminue les frottements des tendons sur les poulies. Au sein de cette gaine, la vascularisation ne peut parvenir au(x) tendon(s) que par ses (leurs) extrémités, distale et proximale, et par de courts mésos, les vinculum.

4.1. Appareil fléchisseur des doigts longs :

a. Tendons :

Chaque doigt long dispose de deux tendons longs fléchisseurs : le superficiel et le profond, dont les corps charnus sont situés à l'avant-bras (figure 15).

▼ Fléchisseur superficiel des doigts :

Le muscle fléchisseur superficiel s'individualise très vite (à l'avant-bras) en quatre corps charnus, puis en quatre tendons indépendants. Le tendon du petit doigt est grêle et souvent difficile à mettre en évidence par le testing clinique.

L'absence de flexion active isolée de l'IPP du petit doigt n'est pas synonyme de section du tendon fléchisseur superficiel, contrairement à ce que l'on observe aux autres doigts longs.

Ces tendons sont d'abord disposés en deux plans ; les tendons des 3^{ème} et 4^{ème} doigts en avant de ceux des 2^{ème} et 5^{ème} doigts, puis se placent dans le même plan et en avant des tendons fléchisseurs profonds correspondants lorsqu'ils passent sous le rétinaculum des fléchisseurs. Chaque tendon se divise en deux bandelettes (tendon perforé) qui contourne les faces latérales du tendon profond (tendon perforant) ; sur le doigt en extension, cette division se situe en regard de la moitié proximale de la phalange proximale P1. Chaque bandelette va s'insérer sur la crête ventro-latérale correspondante de la face antérieure de la phalange moyenne P2.

L'abord de l'insertion distale du tendon fléchisseur superficiel se fait entre les plis de flexion interphalangiens proximal et distal.

Le fléchisseur superficiel est d'abord fléchisseur de l'articulation IPP, puis de l'articulation MCP.

▼ Fléchisseur profond des doigts :

Le muscle fléchisseur profond s'individualise très tardivement (à la paume) en quatre tendons souvent interdépendants (pour les 3^{ème}, 4^{ème} et 5^{ème} doigts) ; seul le tendon de l'index est réellement indépendant des autres. Il peut exister à l'avant-bras une connexion entre le corps charnu du fléchisseur profond destiné à l'index et le muscle long fléchisseur du pouce (muscle de Ganzer).

La flexion active de l'interphalangienne du pouce s'accompagne souvent d'une flexion automatique involontaire de l'IPD de l'index.

Ces tendons sont d'emblée disposés dans le même plan, en arrière des tendons fléchisseurs superficiels correspondants ; avec eux, ils passent sous le rétinaculum des fléchisseurs. A la paume, les tendons fléchisseurs profonds donnent insertion aux muscles lombricaux ; les muscles lombricaux se terminent sur l'aponévrose dorsale de l'appareil extenseur.

En cas de section distale du tendon fléchisseur profond, l'intégrité des lombricaux empêche une importante rétraction du tendon fléchisseur profond.

Chaque tendon fléchisseur profond (tendon perforant) passe entre les deux bandelettes du tendon superficiel (tendon perforé) ; c'est le chiasma tendineux. Le tendon fléchisseur profond s'insère sur la face antérieure de la base de la phalange distale P3 ; cette insertion est juste distale au pli de flexion interphalangien distal.

L'abord de l'insertion distale du tendon fléchisseur profond se fait à cheval sur le pli de flexion interphalangien distal.

Le fléchisseur profond est d'abord fléchisseur de l'articulation IPD, puis de l'articulation IPP, enfin de l'articulation MCP.

b. Gaine fibreuse et poulies :

L'appareil fléchisseur des doigts longs possède deux poulies communes à la paume, le rétinaculum des fléchisseurs et le ligament métacarpien transverse superficiel.

Surtout, l'appareil fléchisseur de chaque doigt possède une gaine fibreuse étanche dont les renforcements forment des poulies (figure 12).

Cette étanchéité est mise à profit pour retrouver le niveau où s'est rétracté le bout proximal du tendon fléchisseur sectionné : l'opérateur introduit un tube en silicone à retro, à partir de la plaie; la progression s'arrête lorsque le tube en silicone rencontre le moignon proximal du tendon ; il suffit à l'opérateur d'inciser en regard de l'extrémité du tube en silicone.

Il existe classiquement cinq renforcements transversaux, les poulies annulaires (A), et trois renforcements obliques à fibres entrecroisés, les poulies cruriformes (C). Les poulies annulaires impaires (A1, A3 et A5) prennent insertion sur les plaques palmaires des articulations MCP, IPP et IPD. Les poulies paires (A2 et A4) s'insèrent sur la face palmaire des phalanges proximale P1 et moyenne P2. C'est ainsi que l'on voit se succéder, de proximal en distal :

- La poulie A1, insérée sur la plaque palmaire de l'articulation MCP ;
- La poulie A2, insérée sur la moitié proximale de la face palmaire de la phalange proximale P1, se projetant sur les plis digito-palmaires et la moitié proximale de la peau de la phalange proximale ;
- La poulie C1, entre les poulies A2 et A3 ;
- La poulie A3, insérée sur la plaque palmaire de l'articulation IPP ;
- La poulie C2, entre les poulies A3 et A4 ;
- La poulie A4, insérée sur le tiers moyen de la face palmaire de la phalange moyenne P2, se projetant distalement aux plis interphalangiens proximaux ;

- La poulie C3, entre les poulies A4 et A5, empiétant souvent sur la poulie A4 ;
- La poulie A5, insérée sur la plaque palmaire de l'articulation IPD.

La gaine fibreuse du doigt peut être ouverte sur toute sa longueur, mais doit être refermée au moins au niveau des poulies annulaires. En cas de destruction des poulies, il faut reconstruire les poulies principales A2 et A4.

c. Gaine synoviale et vinculum :

Classiquement, les tendons des doigts longs sont engainés dans une gaine synoviale digito-carpienne ulnaire commune à tous les tendons à la partie distale de l'avant-bras et sous le rétinaculum des fléchisseurs, se prolongeant distalement par la gaine de l'appareil fléchisseur du petit doigt jusqu'à la base de la phalange distale P3 du petit doigt. Cette gaine doit s'interrompre à la paume pour laisser place aux muscles lombricaux, en amont de la poulie A1 et s'étend jusqu'à la base de la phalange distale P3 du doigt correspondant. Pour l'index, et plus rarement pour le majeur, cette gaine synoviale digitale propre peut remonter jusqu'au poignet (figures 12,15 et 16).

L'infection d'une gaine synoviale (quand elle est fermée) se traduit par une douleur traçante sur toute la longueur de la gaine synoviale, s'étendent au moins du pli palmaire moyen (cul-de-sac proximal) au pli digital distal (cul-de-sac distal) pour les 2^{ème}, 3^{ème} et 4^{ème} doigts, et remontant proximale au rétinaculum des fléchisseurs, donc à l'avant-bras, pour le petit doigt. Les signes sont beaucoup moins évidents lorsque la gaine est ouverte.

Le tendon fléchisseur profond et chaque bandelette du fléchisseur superficiel possèdent un vinculum court, au niveau de leur insertion distale sur la base de la phalange distale P3 pour le premier, de la phalange moyenne P2 pour les secondes. Il existe aussi un vinculum long pour chacun des deux tendons ; le vinculum long du

fléchisseur superficiel naît en regard de la base de la phalange proximale ; le vinculum long du fléchisseur superficiel, en regard du col de la phalange moyenne.

Lorsqu'il reste intact, le vinculum long empêche la rétraction à la paume du bout proximal du ou des tendon (s) sectionné(s) ou avulsé(s). S'il est rompu, la rétraction est plus importante et une grande longueur du tendon est dévascularisée.

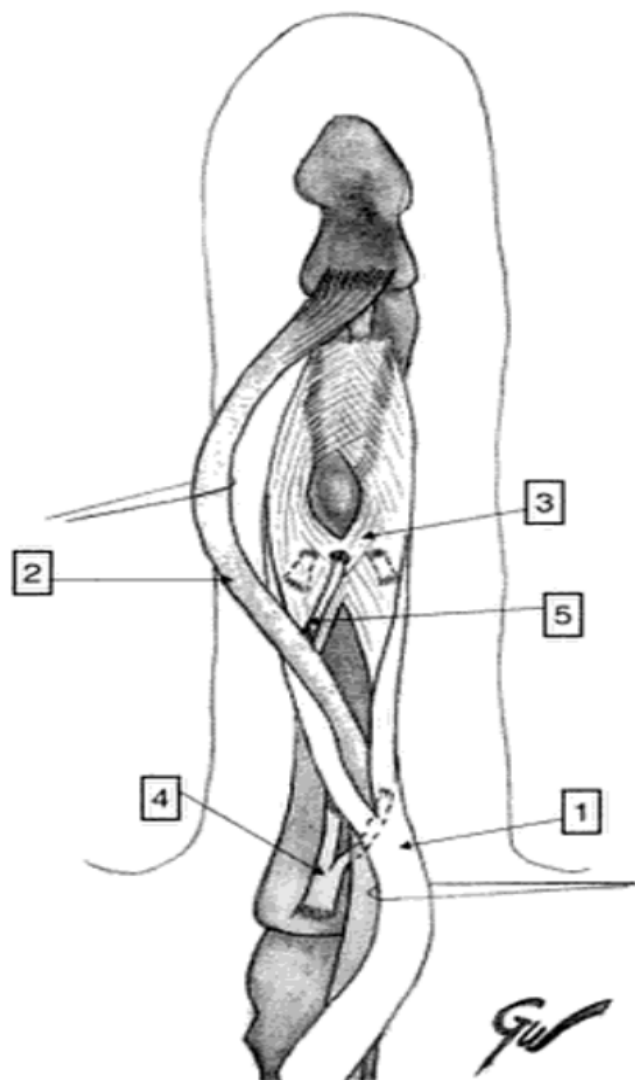


Figure 15. Vue antérieure d'un doigt long dont les poulies ont été ouvertes, montrant la disposition de l'appareil fléchisseur. 1. Tendon fléchisseur superficiel. 2. Tendon fléchisseur profond. 3. Chiasma tendineux. 4. Vinculum long du tendon fléchisseur superficiel. 5. Vinculum long du tendon fléchisseur profond.

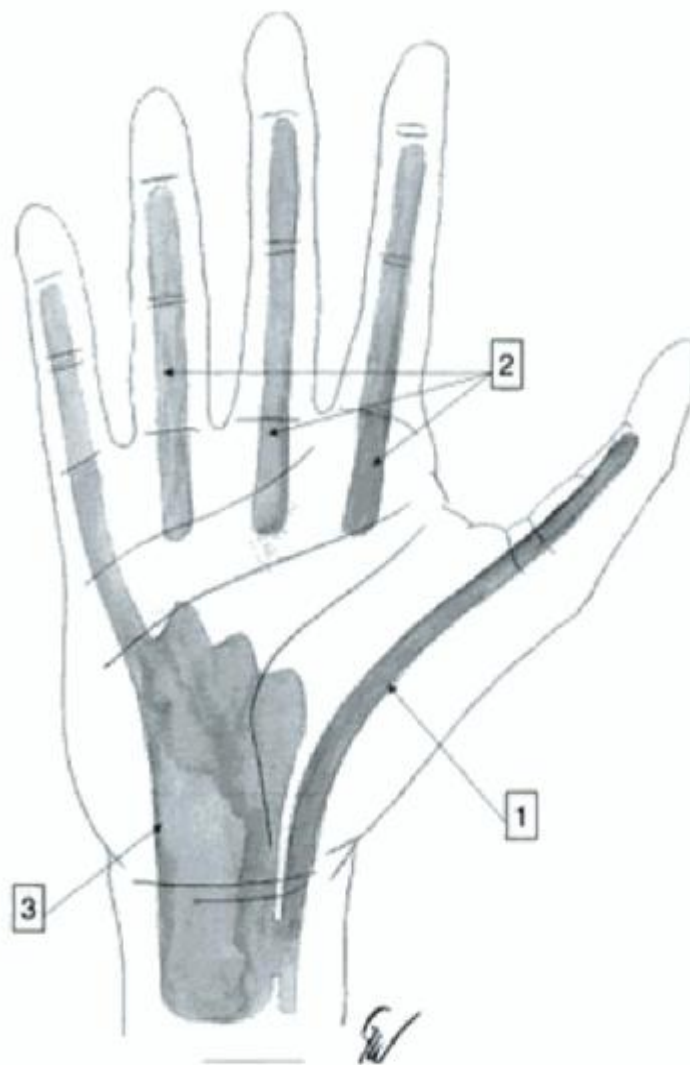


Figure 16. Vue antérieure de la main avec la disposition classique des gaines synoviales tendineuses. 1. Gaine digito-carpienne radiale. 2. Gains digitales propres. 3. Gaine digito-carpienne ulnaire.

4.2. Appareil fléchisseur du pouce :

a. Tendon long fléchisseur :

Le tendon long fléchisseur naît d'un corps charnu inséré sur la face antérieure du radius, dans le même plan que le fléchisseur profond des doigts (figure 17).

Le tendon long fléchisseur du pouce passe dans la partie radiale du canal carpien, puis entre les deux faisceaux du court fléchisseur du pouce, entre en avant

des deux os sésamoïdes de la première MCP, pour aller s'insérer sur la face antérieure de la base de la phalange distale P2.

b. Gaine fibreuse et poulies:

Le rétinaculum des fléchisseurs agit comme la première poulie du long fléchisseur (figure 17). Au doigt, on lui décrit :

- § La poulie A1, insérée sur la plaque palmaire de l'articulation MCP ;
- § La poulie oblique, prolongeant le tendon de l'adducteur du pouce, oblique de dedans en dehors et de proximal à distal, entre le sésamoïde ulnaire du pouce et le tiers distal du bord radial de la phalange proximale ;
- § La poulie A2, inconstante, insérée sur la plaque palmaire de l'articulation interphalangienne.

c. Gaine synoviale et vinculum :

Le tendon long fléchisseur du pouce est engainé dans une gaine synoviale digito-carpienne radiale qui lui est propre ; comme la gaine digito-carpienne ulnaire, elle débute à la partie distale de l'avant-bras, passe sus le rétinaculum des fléchisseurs, se prolongeant distalement jusqu'à la base de la phalange distale P2 (figure 16 et 17).

L'infection de la gaine synoviale radiale se traduit par une douleur traçante sur toute la longueur de la gaine, s'étendant du pli digital interphalangien (cul-de-sac distal) à la partie distale et radiale de l'avant-bras.

Le tendon long fléchisseur du pouce ne possède qu'un vinculum court, au niveau de son insertion distale sur la base de phalange distale P2, qui le relie à la plaque palmaire de l'articulation interphalangienne.

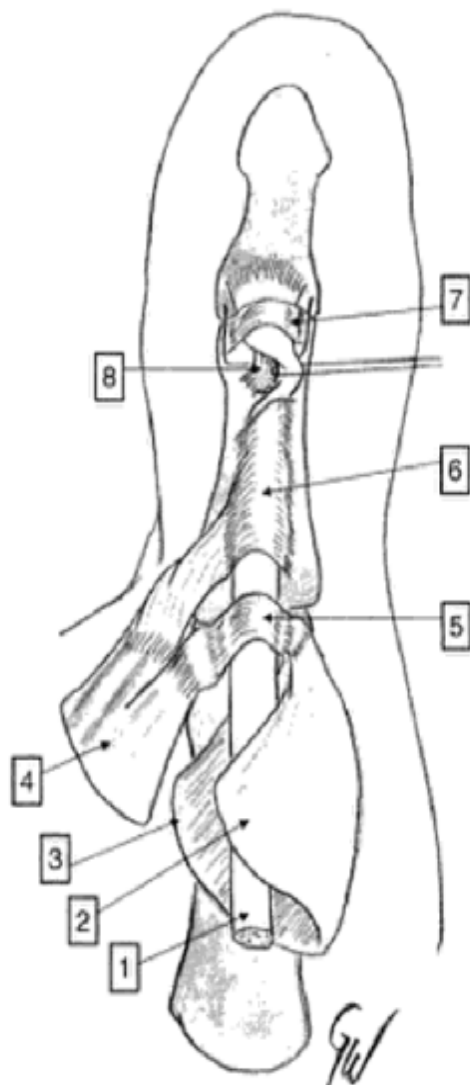


Figure 17. Vue antérieure du pouce dont la gaine fibreuse a été réséquée, hormis les poulies qui ont été conservées, montrant la disposition de l'appareil long fléchisseur. 1. Tendon long fléchisseur. 2. Faisceau superficiel du court fléchisseur. 3. Faisceau profond du court fléchisseur. 4. Muscle adducteur du pouce. 5. Poulie A1. 6. Poulie oblique. 7. Poulie A2. 8. Vinculum court du long fléchisseur.

5. Appareil extenseur :

5.1. Appareil extenseur au dos du poignet et de la main :

Au bord distal du rétinaculum des extenseurs émergent les tendons extenseurs des doigts et du carpe, de six compartiments, numérotés dans le sens latéro-médial (ou radio-ulnaire) (figure 18) :

- § Le 1^{er} compartiment livre passage aux tendons long abducteur et court extenseur du pouce, qui vont se terminer respectivement sur la base du 1^{er} métacarpien et la face dorsale de la base de la phalange proximale du pouce ;
- § Le 2^{ème} compartiment livre passage aux tendons long et court extenseurs radiaux du carpe, qui vont se terminer respectivement sur la base du 2^{ème} métacarpien et le processus styloïde du 3^{ème} métacarpien ;
- § Le 3^{ème} compartiment livre passage au tendon long extenseur du pouce, qui se réfléchit là sur le tubercule dorsale (de Lister) et va se terminer sur la face dorsale de la base de la phalange distale du pouce ;
- § Le 4^{ème} compartiment livre passage aux tendons de l'extenseur (commun des doigts et, plus en profondeur, au tendon de l'extenseur propre de l'index) ;
- § Le 5^{ème} compartiment, à l'aplomb de l'articulation radio-ulnaire distale, livre passage au tendon de l'extenseur propre du petit doigt ;
- § Le 6^{ème} compartiment, derrière la tête ulnaire, livre passage au tendon extenseur ulnaire du carpe, qui va se terminer sur la base du 5^{ème} métacarpien.

Les tendons extenseurs des doigts divergent au-delà du bord distal du rétinaculum vers l'aponévrose dorsale de chaque doigt. ils courent de la face dorsale des 3^{ème} et 4^{ème} métacarpiens pour le majeur et l'annulaire, la face dorsale des 2^{ème} et 4^{ème} espaces interosseux pour l'index et l'auriculaire.

Une ostéosynthèse par plaque est plus aisée et comporte moins de risque d'adhérence ou de fragilisation tendineuse sur les 2^{ème} et 4^{ème} rayons que sur les 3^{ème} et 4^{ème} rayons, où les jonctions inter-tendineuses compliquent encore l'abord.

Tous les tendons de l'extenseur commun sont unis par un fascia, qui peut ou non être renforcé par une jonction inter tendineuse. La disposition la plus fréquente comprend trois jonctions :

- § Une oblique de proximal à distal et de dedans en dehors du tendon du 3^{ème} doigt au tendon extenseur commun du 2^{ème} doigt ;
- § Une oblique de proximal à distal et de dedans en dehors du tendon du 4^{ème} doigt au tendon extenseur commun du 3^{ème} doigt ;
- § Une oblique de proximal à distal et de dehors en dedans du tendon du 4^{ème} doigt au tendon extenseur commun du 5^{ème} doigt (quand il existe) ou propre (quand l'autre est absent).

Ces deux dernières jonctions sont responsables du manque d'indépendance relative de l'annulaire dans l'extension.

Les jonctions inter tendineuses empêchent la rétraction proximale du tendon extenseur lorsqu'il est sectionné.

Il existe une grande variabilité dans la disposition et le nombre de bandelettes tendineuses dans l'appareil extenseur des doigts. La distribution habituelle est la suivante :

- § Un seul tendon pour l'extenseur propre de l'index ;
- § Un seul tendon de l'extenseur commun pour le majeur ;
- § Un tendon double ou simple de l'extenseur commun pour l'annulaire ;
- § L'absence de tendon de l'extenseur commun pour l'auriculaire ou son partage avec l'annulaire ;
- § Un double tendon de l'extenseur avec l'annulaire.

Toute bandelette tendineuse sectionnée doit être réparée à son homologue. Seules les bandelettes tendineuses de taille minime dont la traction sur le bout distal n'entraîne aucun mouvement des doigts peuvent ne pas être réparées.

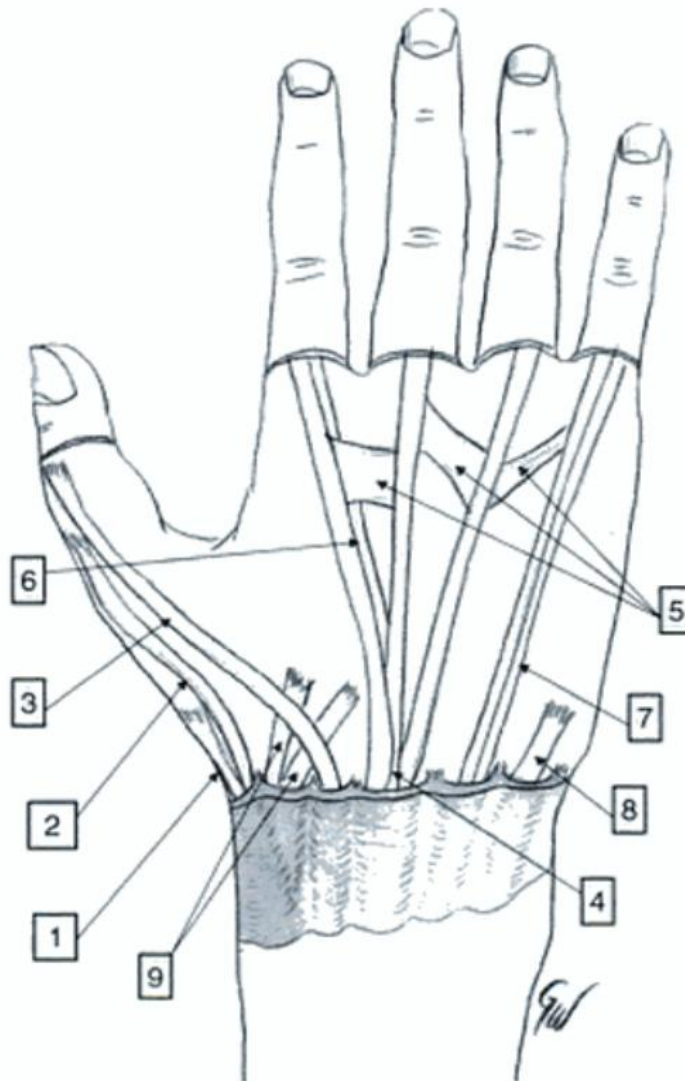


Figure 18. Vue dorsale de la main montrant la disposition de l'appareil extenseur du pouce et des doigts longs. 1. Tendon long abducteur du pouce. 2. Tendon court extenseur du pouce. 3. Tendon long extenseur du pouce. 4. Tendon extenseur commun des doigts. 5. Jonctions intertendineuses. 6. Tendon extenseur propre de l'index. 7. Tendon extenseur propre du petit doigt. 8. Tendon extenseur ulnaire du carpe. 9. Tendons extenseurs radiaux du carpe.

5.2. Appareil extenseur au dos du doigt long :

En regard du col du métacarpien, les tendons extenseurs propre et commun fusionnent (pour l'index et le petit doigt). Une aponévrose dorsale leur fait suite (figure19).

De sa face profonde se détache la bandelette proximale, mal individualisée. Elle est responsable de l'action principale du tendon long extenseur : l'extension de la phalange proximale. Elle est constituée de fibres lâches qui adhèrent à la capsule métacarpo-phalangienne et viennent s'insérer à la face dorsale de la base de la phalange proximale P1. Cette disposition se trouve plus loin au niveau des articulations interphalangiennes.

L'aponévrose dorsale se divise en plusieurs bandelettes en regard de la moitié proximale de la phalange proximale P1 :

§ Une bandelette centrale (ou médiane) vient s'insérer à la face dorsale de la base de la phalange moyenne P2, après avoir adhéré à la capsule interphalangienne proximale ;

§ Deux bandelettes latérales (radiale et ulnaire) s'écartent l'une de l'autre pour contourner la tête de la phalange moyenne, puis se réunissent à la face dorsale de la moitié distale de la phalange moyenne pour former un tendon terminal qui s'insère sur la face dorsale de la base de la phalange distale P3, après avoir adhéré à la capsule interphalangienne distale.

La plaie ou la rupture fermée de l'insertion distale des bandelettes latérales est responsable de la perte de l'extension active de l'IPD, et de sa flexion progressive : c'est la déformation en maillet (mallet finger).

Entre les deux bandelettes latérales et la bandelette centrale, l'aponévrose dorsale ne présente pas de vide, mais elle est beaucoup plus mince, notamment autour de la moitié proximale de la phalange moyenne, après la terminaison de la

bandelette centrale sur sa base ; c'est l'aponévrose triangulaire, épaisse comme du papier à cigarette.

Sur le bord latéral de la bandelette latérale viennent se terminer deux ligaments rétinaculaires, l'oblique et le transverse. Le ligament rétinaculaire oblique est le plus profond. Il naît du bord latéral de la phalange proximale et de la poulie A2, et rejoint la bandelette latérale un peu en amont de l'articulation IPD ; son rôle est accessoire. Le ligament rétinaculaire transverse naît de la capsule interphalangienne proximale à l'endroit où s'attache la poulie A3.

Normalement, lors de la flexion interphalangienne proximale, les bandelettes latérales sont attirées vers la face palmaire par les ligaments rétinaculaires transverses ; leur déplacement est limité par la mise en tension de l'aponévrose triangulaire. Lors de l'extension interphalangienne proximale, la tension de l'aponévrose triangulaire et le relâchement des ligaments rétinaculaires transverses permettent à la bandelette latérale de reprendre sa place normale.

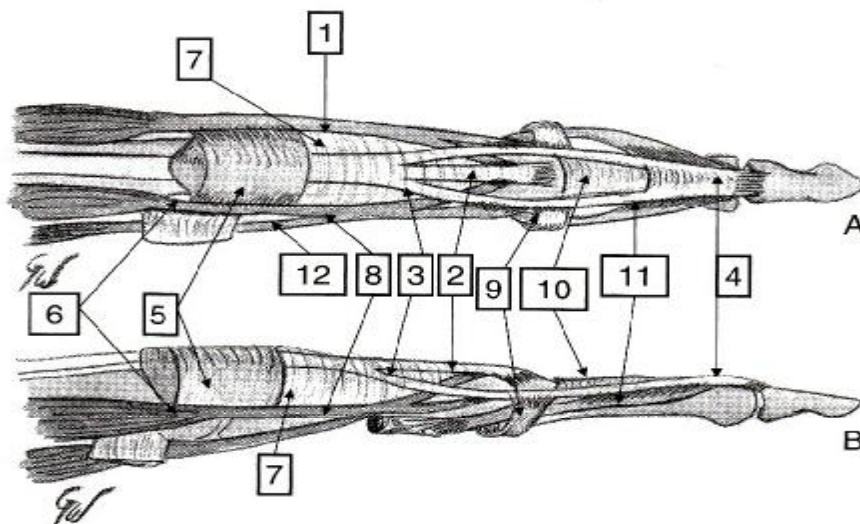


Figure 19 A,B. Vues dorsale (A) et radiale (B) d'un doigt long montrant la disposition de l'appareil extenseur. 1. Aponévrose dorsale. 2. Bandelette centrale (ou médiane). 3. Bandelette collatérale (ou latérale). 4. Tendon terminal. 5. Bandelette sagittale. 6. Tendon interosseux. 7. Dossière des interosseux. 8. Expansions terminales du tendon interosseux. 9. Ligament rétinaculaire transverse. 10. Aponévrose triangulaire. 11. Ligament rétinaculaire oblique. 12. Tendon du lombrical.

En cas de plaie ou de rupture sous-cutanée isolée de la bandelette centrale, l'intégrité des bandelettes latérales suffit à maintenir (provisoirement) une extension active des interphalangiennes ; ce n'est que secondairement que se manifeste le déficit d'extension active de l'IPP et qu'apparaît la déformation en boutonnière. Celle-ci est due au déplacement progressif des bandelettes latérales sur les côtés de l'articulation IPP, puis en avant du centre de flexion, permis par la distension progressive de l'aponévrose triangulaire et par la rétraction progressive du ligament rétinaculaire transverse. La libération des ligaments rétinaculaires transverses et la réfection de l'aponévrose triangulaire sont des temps incontournables mais difficiles de la chirurgie de la déformation en boutonnière.

5.3. Contributions des muscles intrinsèques à l'appareil extenseur :

Les muscles interosseux, sur les deux bords du doigt (radial et ulnaire), et les muscles lombricaux (seulement du côté radial) renforcent la bandelette centrale et la bandelette latérale de l'appareil extenseur, chacune par deux composants, central et latéral (figures 18 et 19). *Ce sont ces renforcements qui sont responsables de l'action d'extension des interphalangiennes des muscles interosseux et lombricaux*

6. Muscles intrinsèques :

6.1. Loge thénar :

La loge thénar comprend quatre muscle ; de la surface à la profondeur (figures 17, 20 et 21) :

- § Le court adducteur du pouce ;
- § L'opposant du pouce ;
- § Le court fléchisseur du pouce ;
- § L'adducteur du pouce.

Elle est recouverte par un fin fascia.

6.2. Loge hypothénar :

La loge hypothénar comprend trois muscles ; de la surface à la profondeur (figures 20 et 21) :

- § L'adducteur du petit doigt ;
- § Le court fléchisseur du petit doigt ;
- § L'opposant du petit doigt.

Elle est recouverte par un fin fascia.

C'est surtout son contenu, les branches de division du nerf ulnaire, qu'il est important de réparer.

6.3. Loge palmaire moyenne :

Entre l'aponévrose palmaire moyenne et l'aponévrose palmaire profonde, cheminent les tendons longs fléchisseurs des doigts, le superficiel en avant du profond (figures 19 et 20).

Les muscles lombricaux s'insèrent sur les tendons fléchisseurs profonds ; les lombricaux radiaux s'insèrent sur le bord radial du tendon fléchisseur profond du

doigt correspondant ; les lombricaux ulnaires s'insèrent sur le bord ulnaire et le bord radial des tendons fléchisseurs profonds des doigts adjacents. Le tendon lombrical passe en avant du ligament métacarpien transverse profond. Il contourne l'articulation MCP par son bord radial et rejoint le bord latéral de l'appareil extenseur.

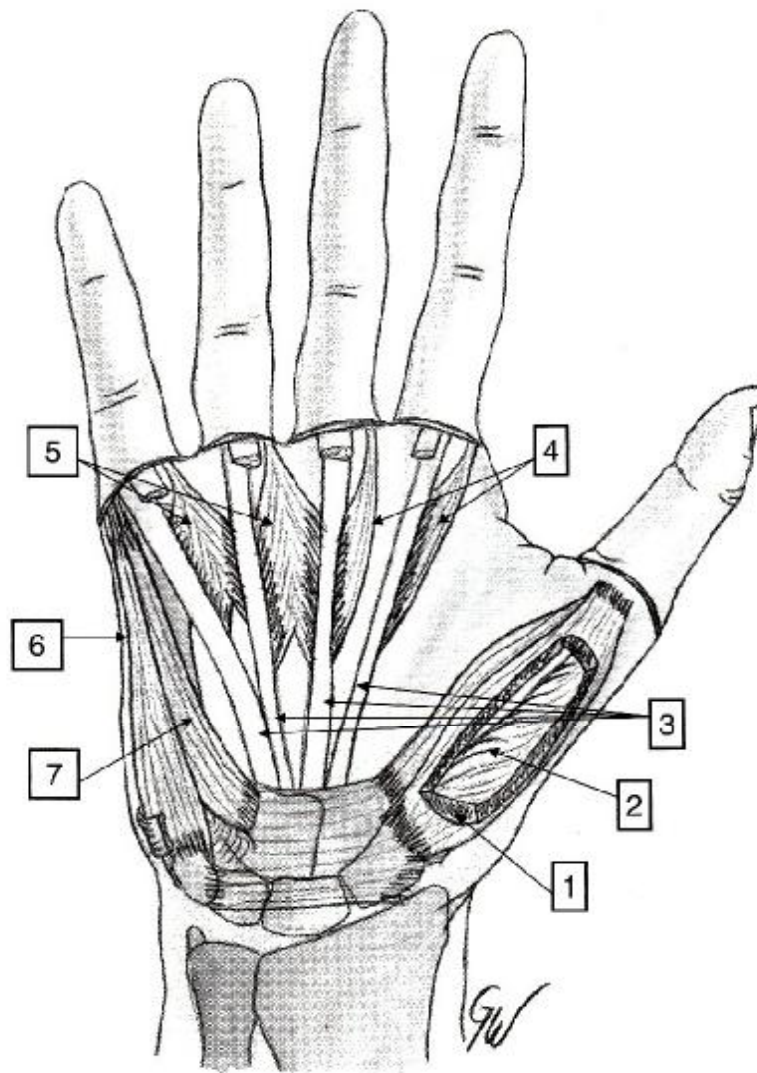


Figure 20. Vue palmaire de la partie superficielle de la loge thénar, de la loge interosseuse moyenne et de la partie superficielle de la loge hypothénar. 1. Muscle court abducteur du pouce (fenêtré). 2. Muscle opposant du pouce (vue à travers la fenêtre du court abducteur). 3. Tendons fléchisseurs profonds. 4. Lombricaux radiaux. 5. Lombricaux ulnaires. 6. Muscle adducteur du petit doigt. 7. Muscle court fléchisseur du petit doigt.

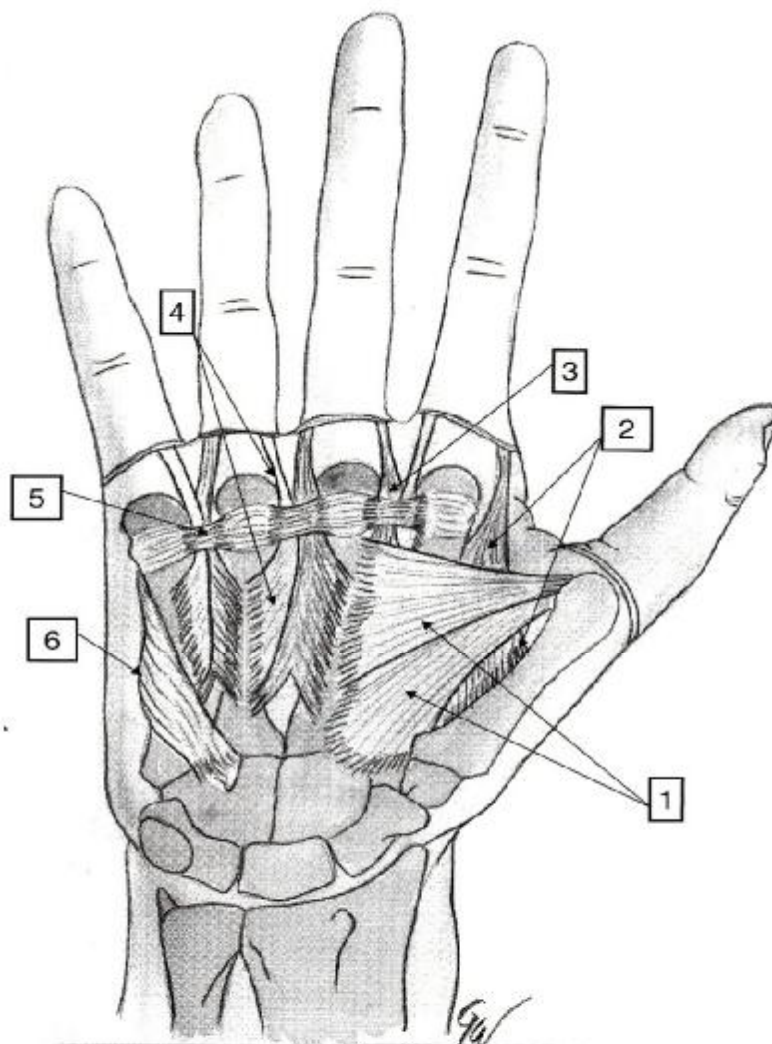


Figure 21. Vue palmaire de la partie profonde de la loge thénar, de certains muscles interosseux et de la partie profonde de la loge hypothénar. 1. Muscle adducteur du pouce. 2. Muscle interosseux dorsal du 1^{er} espace. 3. Muscle interosseux dorsal du 2^e espace. 4. Muscle interosseux palmaire du 3^e espace. 5. Ligament métacarpien transverse profond. 6. Muscle opposant du petit doigt.

6.4. Espaces interosseux :

Chaque espace interosseux est occupé par deux muscles interosseux, un palmaire et un dorsal (figure 19 et 21).

L'interosseux palmaire du 1^{er} espace est considéré par beaucoup comme appartenant à l'adducteur du pouce. Les tendons des muscles interosseux passent en arrière du ligament métacarpien transverse profond. Ils prennent plusieurs insertions terminales :

Ø Une insertion superficielle divisée en trois contingents :

- § Des fibres proximales transversales constituent la dossière des interosseux ;
- § Des fibres moyennes obliques rejoignent la bandelette centrale de l'appareil extenseur ;
- § Des fibres distales longitudinales rejoignent la bandelette latérale de l'appareil extenseur.

Passant en avant du centre de rotation de l'articulation MCP, puis en arrière du centre de rotation des articulations interphalangiennes, les interosseux et les lombricaux sont des fléchisseurs de l'articulation MCP et des extenseurs des articulations IPP et IPD.

7. Squelette et articulations :

7.1. Squelette :

Le squelette des doigts est formé par des os longs qui possèdent une cavité médullaire, sauf la phalange distale P3.

Cette cavité médullaire permet l'enclouage ou l'embrochage centromédullaire du métacarpien, des phalanges proximales et moyenne.

7.2. Articulations :

a. Articulation radio-ulnaire distale :

L'articulation radio-ulnaire distale est sous-cutanée, stabilisée par un complexe fibro-cartilagineux triangulaire formée par :

- § Le disque articulaire ou ligament triangulaire ;
- § Les deux ligaments radio-ulnaire distaux, antérieur et postérieur ;
- § La coulisse du tendon extenseur ulnaire du carpe ;
- § Le rétinaculum des extenseurs.

Elle entre en rapport étroit avec le rameau cutané dorsal du nerf ulnaire.

b. Articulations radio-carpienne, médio-carpienne et carpo-métacarpienne:

Ces articulations sont plus superficielles à la face dorsale qu'à la face palmaire. La capsule dorsale est mince, parfois déhiscente ; elle n'est séparée de la peau dorsale que par les tendons extenseurs du carpe et des doigts et le fascia dorsal. La capsule palmaire est très épaisse et séparée de la peau palmaire par le contenu du canal carpien, le rétinaculum des fléchisseurs, les muscles thénariens et hypothénariens. Les articulations carpo-métacarpiennes des 2^{ème} et 3^{ème} rayons sont pratiquement fixes. Les trois autres ont une mobilité cliniquement fixe. Les trois autres ont une mobilité cliniquement appréciable, maximale au pouce (articulation trapézo-métacarpienne), deux fois plus importante au 5^{ème} rayon qu'au 4^{ème}.

Lors des réimplantations des amputations trans-carpiennes, l'ostéosynthèse sera fixée préférentiellement dans le 2^{ème} et le 3^{ème} rayons ainsi que dans le radius, pour tenter de conserver la mobilité des rayons extrêmes.

c. Articulations métacarpo-phalangienne, interphalangiennes proximale et distale des doigts longs, et interphalangienne du pouce :

Ces articulations sont plus superficielles à la face dorsale qu'à la face palmaire.

La capsule dorsale est mince, l'appareil extenseur y adhère.

Une section de l'appareil extenseur en regard d'une articulation MCP ou interphalangienne est synonyme de plaie articulaire.

Elle comporte un renforcement de la capsule palmaire, le ligament ou plaque palmaire, et deux renforcements collatéraux, les ligaments collatéraux.

Chacun de ces ligaments possède un faisceau principal phalangien et un faisceau accessoire glénoïdien.

C'est la rétraction de ses ligaments collatéraux, souvent après une immobilisation en mauvaise position, qui est responsable des raideurs articulaires.

Lorsque les doigts longs s'étendent, ils ont tendance à s'écarter l'un de l'autre (abduction). Lorsqu'ils se fléchissent, ils ont tendance à converger l'un vers l'autre, se dirigeant vers le tubercule du scaphoïde. Néanmoins, ils ne doivent pas se chevaucher.

Un cal vicieux rotatoire du métacarpien ou de la phalange proximale est très mal toléré, car le doigt atteint vient s'interposer entre les doigts sains.

IV- Etude épidémiologique :

Nous abordons les différents éléments épidémiologiques des différentes séries de la littérature en comparaison avec ceux de notre étude :

1. Age :

Tableau1 : extrêmes et moyenne d'âge selon la littérature.

Auteur	Nombre de patients	Extrême d'âge	Age moyen
J. Brava – Silva (32)	85	16 – 33 ans	24 ans
Lima Neto (33)	45	3 – 75 ans	36 ans
Chaivanichsiri and rattanasrithong (34)	130	15 – 53 ans	25 ans
Heinstein and Cook (35)	53	1 – 71 ans	28 ans
Dos Rémédios C (36)	37	13 – 63 ans	36.5 ans
Hattori Y (37)	55	1 – 84 ans	38.5 ans
Chai et al. (38)	21	8 – 42 ans	26 ans
Hoang NT (39)	20	19 – 59 ans	
Notre série	14	18 – 35 ans	26.5 ans

On constate que notre série est comparable avec la plupart des séries internationales.

2. Sexe :

Tableau 2 : répartition du sexe selon la littérature

Auteur	Nombre de patients	Hommes (%)	Femmes (%)
J. Brava – Silva (32)	85	69.41 %	30.59 %
Lima Neto (33)	45	95.6 %	4.4 %
Chaivanichsiri and rattanasrithong (34)	130	86.15 %	13.85 %
Heinstein and Cook (35)	53	64.15 %	35.85 %
Dos Rémédios C (36)	37	86.48 %	13.52 %
Hattori Y (37)	55	72.72 %	27.28 %
Chai et al. (38)	21	66.67%	33.33 %
Hoang NT (39)	20	85%	15%
Notre série	14	100 %	0 %

On note une prédominance masculine dans toutes les séries internationales citées ci-dessus. Dans notre série tous les patients sont de sexe masculin.

3. Répartition selon le côté atteint :

Tableau 3 : répartition du côté atteint selon la littérature

Auteur	Nombre de cas	Côté droit	Côté gauche
Lima Neto (33)	45	73.33%	26.66%
Hattori Y (37)	55	56.36%	43.63%
Dos Rémédios c (38)	46	65.21%	34.79%
Hoang NT (39)	20	21.70%	78.30%
Notre série	14	64%	36%

Nos résultats concernant le côté le plus atteint concordent avec la majorité des séries sus décrites. Le côté droit est le plus souvent atteint.

V- Etude clinique :

1. Le nombre de doigts atteints :

Tableau 4 : répartition des nombres de doigts atteints selon la littérature

Auteur	Nombre de patients	1doigt	2doigts	3doigts	4doigts	5doigts
J. Brava – Silva (32)	85	100%	–	–	–	–
Lima Neto (33)	45	77.77%	6.66%	11.11%	2.22%	2.22%
Chaivanichsiri and rattanasrithong(34)	130	100%	–	–	–	–
Dos Rémédios C (36)	37	81.08%	16.21%	–	2.70%	–
Hattori Y (37)	55	87.27%	10.90%	1.81%	–	–
Chai et al. (38)	21	85.71%	14.28%	–	–	–
Hoang NT (39)	20	25%	35%	25%	15%	–
Notre série	14	71.5%	28.5%	–	–	–

En étudiant les différentes séries de la littérature, on constate que la plupart des amputations concerne un seul doigt, avec une atteinte des 5 doigts uniquement observé dans une seule étude chez un seul patient.

On note aussi une prédominance de l'atteinte des doigts longs chez la plupart des auteurs.

2. Etiologies :

Tableau 5 : répartition des étiologies selon la littérature

Auteur	Nombre de patients	Accident de travail	Accident domestique	Agression
Lima Neto (33)	45	55.6%	28.8%	15.55%
Dos Remedios (36)	37	62.2%	37.8%	–
Hoang NT (39)	20	84.8%	2.2%	13%
Notre série	14	21.42%	7.14%	71.42%

En comparant les données des différentes études, on note que les accidents de travail présentent la cause la plus fréquente de dévascularisation digitale ; ce qui s'oppose aux résultats de notre série où la cause principale est l'agression.

3. Mécanisme lésionnel(39,20) :

Les mécanismes d'amputation sont définis selon les circonstances de l'accident soit par :

Ø Section franche :

Les sections nettes qu'occasionnent massicots et cisailles industrielles sont les plus favorables des mécanismes d'amputations. Ils sont aussi les moins souvent rencontrés dans notre pratique. La replantation sera possible sans raccourcissement osseux, ni recours à des pontages. Dans les sections très distales de ce type, une récupération fonctionnelle excellente peut être attendue en cas de succès vasculaire, en particulier chez l'enfant qui se distingue de l'adulte par la qualité du résultat sensitif obtenu.

Des outils moins tranchants occasionnent des amputations comportant une composante d'attrition tissulaire et d'écrasement. La replantation comportera souvent un raccourcissement osseux et éventuellement le recours à des pontages.

Ø Ecrasement :

Cette attrition tissulaire se rencontre dans certaines amputations dues à des outils contendants et moins tranchants.

Ø Avulsion :

Lorsque l'amputation procède d'une traction violente dans l'axe du doigt, on parle d'amputation par avulsion. Le « doigt d'alliance » ou *ring-finger* en est l'exemple type, mais certaines machines industrielles occasionnent des lésions similaires en l'absence de toute bague ou anneau.

Le bilan lésionnel est stéréotypé : les tendons se rompent, souvent à l'avant-bras à la jonction tendon-corps charnu. La continuité squelettique est interrompue à un niveau variable mais souvent distal par rapport à la plaie cutanée. Il existe donc une composante de « dégantage » entraînant une avulsion partielle ou totale du fourreau cutané digital. La chaîne articulaire, dénudée, paraît intacte, même si la partie distale de la tubérosité phalangienne reste solidaire de la peau avulsée. Le pronostic de ces amputations par avulsion est péjoratif. Les lésions étendues des vaisseaux obligent à de longs pontages, la dévascularisation est source de raideurs alors même que le squelette semblait intact.

La stratégie de replantation est liée aux mécanismes lésionnels. Elle est différente pour une amputation franche, une amputation par écrasement ou par avulsion, mais les différents mécanismes lésionnels peut se combiner.

Tableau 6 : répartition des mécanismes lésionnels selon la littérature :

Auteur	Nombre de patients	Section franche	écrasement	arrachement
J. Brava – Silva (32)	85	60%	–	40%
Lima Neto (33)	45	83%	12.3%	4.6%
Chaivanichsiri and rattanasrithong(34)	130	65.38%	34.61%	–
Heinstein and Cook (35)	53	30.18%	35.84%	33.96%
Dos Rémédios C (36)	37	64.86%	35.23%	–
Hattori Y (37)	55	60%	21.81%	18.18%
Chai et al. (38)	21	61.90%	28.57%	9.52%
Hoang NT (39)	20	59.7%	34.8%	6.5%
Notre série	14	77.8%	22.2%	–

La prédominance du mécanisme lésionnel par section franche, objectif dans notre série est aussi présente chez les autres auteurs.

4. Le niveau de section :

Il existe plusieurs classifications du niveau de section. Toutefois, la classification de TAMAI est la plus utilisée:

Classification du niveau d'amputation selon TAMAI (20) :

Elle différencie cinq zones selon le niveau de section :

- Zone I : s'étend de la base de l'ongle jusqu'à l'extrémité du doigt.
- Zone II : s'étend de l'IPD jusqu'à la base de l'ongle.
- Zone III : s'étend de la MCP à l'IP pour le pouce et de la base de P2 à l'IPD pour les doigts longs.
- Zone IV : pas de zone IV pour le pouce, s'étend de la MCP à la base de P2.
- Zone V : correspond à toute la zone proximale de la base de P1 du I et des doigts longs.

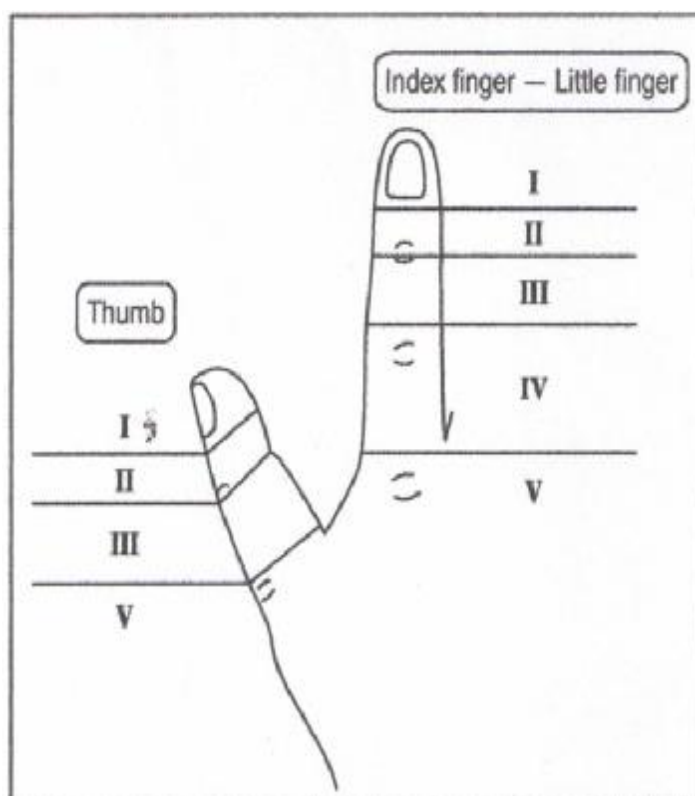


Figure 19: schéma de la classification de Tamai.

Tableau 7 : répartition du niveau de section selon la littérature

Auteur	N de cas	Zone I	Zone II	Zone III	Zone IV	Zone V
J. Brava – Silva (32)	85	–	11.76%	22.3%	51.71%	14.11%
Chaivanichsiri and rattanasrithong(34)	130	9.23%	3.84%	19.23%	52.3%	15.38%
Dos Rémédios (36)	46	6.52%	2.17%	63.04%	28.25%	–
Hoang NT (39)	46	–	15.21%	15.21%	69.56%	–
Notre série	18	11.11%	11.11%	16.66%	50%	11.11%

Malgré la variation du niveau d'atteinte dans les différentes séries étudiées, l'atteinte au niveau de zone IV est la plus fréquente dans la majorité des cas, ce qui est en accord avec les résultats de notre série.

5. Diagnostic positif de la dévascularisation : (20)

a- Ischémie artérielle :

Les signes cliniques qui indiquent la dévascularisation (pâleur, froideur, ralentissement de disposition du pouls capillaire) sont parfois difficiles à rechercher en urgence, en raison de la douleur et de la présence de sang ou de caillots masquant la coloration cutanée. La recherche d'un collapsus pulpaire peut aider au diagnostic. Pincée entre le pouce et l'index de l'examineur, la pulpe d'un doigt dévascularisé ne se réexpand que très lentement. Ce phénomène traduit la vidange du système capacitif veinulaire pulpaire, système dont le remplissage n'est plus assuré du fait de l'interruption de l'apport artériel.

L'existence d'une hémorragie extériorisée et son importance ne sont que des signes indirects et insuffisants. En cas de section franche, transversale d'une artère collatérale, un spasme survient rapidement qui interrompt l'écoulement sanguin.

En cas de traumatisme palmaire d'un doigt avec dévascularisation, la section des deux artères collatérales s'accompagne systématiquement d'une section des deux nerfs collatéraux palmaires en raison des rapports anatomiques respectifs de ces deux éléments pédiculaires. Dans ce cas, l'anesthésie pulpaire est systématique. Pour les mêmes raisons ces traumatismes digitaux palmaires avec dévascularisation s'accompagnent toujours de lésions de l'appareil fléchisseur extrinsèque.

En cas de traumatisme plus proximal, à hauteur du poignet, la dévascularisation suppose une plaie simultanée de l'artère radiale et de l'artère cubitale, circonstances qui se rencontrent dans les larges délabrements palmaires. Là encore des lésions associées, tendineuses, nerveuses sont habituellement présentes.

b- Souffrance veineuse :

En cas d'amputation subtotale au niveau d'un doigt, la persistance d'un étroit pont cutané suffit souvent à assurer le retour veineux. Cette charnière cutanée devra impérativement être préservée car elle protège une ou deux veines superficielles. Lorsque la lésion est plus proximale, il est rare qu'un tel pont cutané suffise au retour veineux. Il devra là encore être préservé mais ne dispensera pas d'un geste microchirurgical pour restaurer le retour veineux. Cliniquement la surcharge veineuse n'est manifeste que si le flux artériel est lui préservé. Ces circonstances (flux artériel préservé, interruption de retour veineux) ne se rencontrent que rarement. Le cas le plus classique est représenté par le doigt dit « d'alliance » ou *ring finger*. En cas de souffrance veineuse, le doigt en cause apparaît bleu, turgescant, avec un pouls capillaire rapide.

6. Bilan lésionnel:

Seuls un bilan biologique préopératoire et un bilan radiologique standard (21).

En effet, le contrôle de la crase sanguine est un élément de référence important à connaître. Le bilan initial précise, le mécanisme lésionnel (section franche, avulsion ou écrasement), mais aussi l'état général du patient, l'existence de lésions associées et l'importance de la déperdition sanguine sont nécessaires (22).

Ces facteurs vont déterminer l'établissement du plan de réparation et de reconstruction des doigts atteints.

VI- Traitement :

L'état général du patient doit être parfaitement évalué pour décider la revascularisation.

L'histoire clinique précisera s'il s'agit d'un mono traumatisme, car il est difficilement envisageable de réaliser, pendant plusieurs heures, une replantation si le blessé est porteur d'un traumatisme crânien, thoracique, abdominal...Les déperditions sanguines doivent être connues car une revascularisation des doigts au moment du lâcher du garrot peut générer une perte sanguine importante.

Un âge avancé, un diabète, une intoxication tabagique importante sont des critères non absolus, qu'il faudra prendre en considération avant de décider d'une éventuelle réimplantation, de même que les exigences professionnelles du patient.

1- Indications de la replantation digitale :

Tous les patients ne sont pas candidats pour une replantation. Chez un patient polytraumatisé, la priorité est pour les lésions qui mettent en jeu le pronostic vital et qui nécessitent une prise en charge immédiate. La replantation est seulement considérée chez un patient stable. La décision de replanter est souvent multifactorielle, impliquant des facteurs économiques, sociaux et psychologiques, ainsi que l'état de santé du patient et l'état général des tissus à replanter. Les attentes et les résultats fonctionnels réalistes de la procédure doivent être évalués par le chirurgien et discutés avec le patient.

La décision finale n'est souvent prise qu'après inspection des lésions sous microscope dans le bloc opératoire. Ce qui paraît être un doigt gravement endommagé avec des pertes cutanées étendues, peut s'avérer n'être qu'une lésion simple avec une perte minimale, une fois complètement explorés dans la salle d'opération.

a- Indications absolues pour la replantation (22) :

- Les enfants : la replantation doit être réalisée chez les enfants, peu importe le niveau d'amputation. Ils ont un potentiel immense d'adaptation et la ré-innervation est très souvent presque normale, surtout chez les jeunes enfants. Le transfert des tendons pour les avulsions des doigts donnent de meilleurs résultats que chez les adultes.
- Le pouce : l'opposition est fondamentale pour la préhension, et il est estimé que le pouce est responsable de 40% de la fonction de la main. Toutes les techniques doivent être appliquées pour le sauver.
- Les amputations distales donnent de meilleurs résultats. La fonction est souvent rétablie et est corrélée avec la récupération de la sensibilité, par opposition aux amputations au niveau de l'interphalangienne proximale.
- Les patients avec une main mutilée où chaque doigt restant est précieux.
- Les patients avec des exigences professionnelles particulières tels que les musiciens.

b- Indications de la régularisation (42) :

- Les co-morbidités associées contre-indiquant la microchirurgie.
- Mauvaises conditions du segment amputé ou un délai d'ischémie très important.
- Destruction extensive du segment amputé.
- Ring finger avec avulsion des deux tendons fléchisseurs
- L'index lorsqu'il est amputé au niveau de l'interphalange proximale : la fonction de la main sans index est meilleur qu'avec un index raide et douloureux qui deviendra un obstacle pour le patient lors de son circuit professionnel.

Tableau 8 : stratégie de réimplantation.

<p style="text-align: center;">Indications strictes pour une réimplantation</p> <p>Amputation du pouce.</p> <p>Amputations multi-digitales.</p> <p>Amputation du doigt distal à l'insertion du FCS (zone I).</p> <p>Amputation en travers de la paume.</p> <p>Toute amputation chez l'enfant.</p> <p>Amputation au niveau de la paume, du poignet, de l'avant bras.</p> <p>Amputation proximale du bras,</p>
<p style="text-align: center;">Indications relatives pour une réimplantation</p> <p>Amputation d'un seul doigt distale à l'insertion du FCS (zone I)</p> <p>Avulsion par Ring Finger de stade 1 à 3 (selon Michon, Merle et Foucher)</p>
<p style="text-align: center;">Contre-indications pour une réimplantation</p> <p>Amputation d'un seul doigt proximale à l'insertion du FCS (zone II)</p> <p>Traumatisme par écrasement ou avulsion</p> <p>Amputation à multiples niveaux</p> <p>Réimplantation pour des patients avec de multiples traumatismes ou des problèmes médicaux sévères</p>

2- Les conditions d'acheminement (1):

S'il faut parfois tenter une replantation alors même que le conditionnement du fragment amputé a été défectueux, il est aussi souvent possible de donner d'utiles conseils avant un transfert provenant d'un autre centre chirurgical.

a- Asepsie :

Aucun temps précieux ne doit être perdu pour tenter d'obtenir un nettoyage optimum du fragment avant l'acheminement. Un simple rinçage au sérum physiologique suffit. Toute solution antiseptique, *a fortiori* tout colorant est à proscrire. D'utiles conseils peuvent également être donnés concernant le conditionnement du moignon. Le saignement doit être maîtrisé par un simple pansement compressif. Pour ces amputations digitales, un garrot n'est jamais nécessaire. *A fortiori* la ligature chirurgicale des axes artériels responsables du saignement est néfaste. Elle n'est jamais indispensable pour arrêter l'hémorragie et elle conduira, lors du temps chirurgical de replantation, à une résection supplémentaire sur la paroi vasculaire.

b- Conditionnement :

Le fragment amputé est placé dans une enveloppe étanche quelle qu'elle soit : sac plastique, flacon à prélèvement... Cette enveloppe est à son tour environnée de glaçons. L'immersion dans un liquide glacé, le contact direct avec la glace sont à proscrire.

En cas de dévascularisation, Le fragment dévascularisé est en effet livré à des conditions d'ischémie dite « chaude » car il est en pratique difficile de le réfrigérer.

Cette réfrigération est même déconseillée car quelles qu'en soient ses modalités, elle risque de refroidir également le moignon proximal, facteur de spasmes parfois prolongés. Il est souhaitable, dans ces conditions d'ischémie chaude, que la revascularisation intervienne avant la 6e heure. La présence ou

l'absence de tissu musculaire squelettique au niveau du fragment dévascularisé est l'un des facteurs réglant cette intolérance à l'ischémie. Ainsi les dévascularisations digitales s'accommoderont mieux d'une ischémie prolongée que les lésions plus proximales, au poignet, sources d'une souffrance des muscles intrinsèques.

c- Tolérance à l'ischémie :

L'absence de tissu musculaire squelettique au niveau des doigts est probablement un des facteurs expliquant leur bonne tolérance à l'ischémie (23,24).

Au-delà de quelques heures en ischémie dite « chaude » (c'est à dire à température ambiante) l'involution fibreuse des muscles striés est systématique. En ce qui concerne les amputations digitales, en l'absence de tout conditionnement : il est souhaitable de réaliser la replantation avant la 6e heure d'ischémie. Lorsque le conditionnement a été correctement réalisé, la période d'ischémie froide peut être prolongée sans compromettre la replantation. Des succès sont rapportés après des périodes d'ischémie froides de l'ordre de 24 heures (25). Soulignons que le refroidissement est actuellement la seule méthode efficace et utilisable en pratique pour accroître la tolérance à l'ischémie.

d- Délai d'ischémie :

Il est urgent de réduire la durée d'ischémie qui conditionne le pronostic de récupération du membre réimplanté. L'arrêt circulatoire a des conséquences importantes et variables selon les tissus concernés. La peau et le tissu sous-cutané conservés à 4°C peuvent tolérer jusqu'à trente heures d'ischémie. L'ischémie osseuse est assez bien tolérée durant quatre à cinq jours (26,27, 28).

Les cartilages de croissance s'altèrent dès la deuxième heure, et après la douzième heure, la formation de la cal osseuse est retardée. Les lymphatiques voient leurs parois s'altérer dès la huitième heure. Les nerfs et les muscles sont les éléments les plus fragiles, il est donc essentiel de restaurer un débit sanguin compris entre 1,3 et 6ml/min pour 100g de muscle, afin de rétablir une activité métabolique convenable.

3- Préparation et installation du malade :

Avant toute tentative de replantation, des explications simples et claires doivent être données au patient(21).

Il est vrai que le caractère stressant de l'urgence, le traumatisme psychologique et le contexte affectif de l'accident ne facilitent pas cette discussion.

Dès ce stade, le patient doit être prévenu du risque de reprise chirurgicale précoce et du risque de l'échec vasculaire.

Le patient doit se soumettre aux règles d'hygiène et de bonne conduite postopératoire, et en accepter les contraintes(29).

L'arrêt total du tabac est impératif, car cette chirurgie requiert une participation totale du patient, et une bonne observance des consignes en per et en post opératoire(30).

Le patient doit bénéficier d'une préparation locale par désinfection cutanée du membre supérieur atteint à la Bétadine dermique.

Le garrot pneumatique est placé systématiquement à la racine du membre. L'installation se fait en décubitus dorsale.

4- L'anesthésie :

Tous les centres confrontés à ce type de pathologie privilégient les techniques d'anesthésies locorégionales.

La mise en place d'un cathéter dans la gaine vasculo-nerveuse permet de prolonger à volonté le blocage sensitif et moteur.

Simultanément, le blocage sympathique offre une vasodilatation maximale, qui facilite les anastomoses artérielles et veineuses et qui augmente les débits sanguins régionaux (31, 40)

La chirurgie de réimplantation est souvent longue. Après quatre à six heures, il n'est pas impossible d'associer une anesthésie générale légère à l'anesthésie locorégionale qui permet d'améliorer souvent le confort du patient et du chirurgien.

Cette durée d'intervention oblige à installer le patient dès le début dans la position la plus confortable. Un matelas coquille permet de tolérer plus rapidement cette longue période de décubitus dorsal.

La gestion du garrot pose généralement peu de problème, les chirurgiens confrontés à ces pathologies connaissent parfaitement les altérations physiologiques et morphologiques du nerf, induites après des compressions de plus de deux heures à 350 mmHg (41, 42).

Avant de perfuser à nouveau le segment d'aval, un « lavage » de réseau vasculaire au sérum héparine permettra d'éviter le passage dans la circulation générale, des substances produites par le métabolisme anaérobie du membre ischémie(40,43).

On préfère la mise en place du cathéter dans la région axillaire à la région sus-claviculaire, car ce dernier expose plus au risque d'hématome d'autant plus que les patients sont sous héparine en période postopératoire.

De plus cette localisation permet un meilleur blocage du nerf cubital(44).

Tableau9 : répartition du type d'anesthésie selon la littérature

Auteur	Nombre de patients	Anesthésie générale	Bloc de plexus brachial
J. Brava – Silva (32)	85	–	100%
Hattori Y (37)	55	100%	–
Chai et al. (38)	21	–	100%
Heinstein and Cook (35)	53	–	100%
Notre série	14	–	100%

Ces résultats démontent que l'anesthésie par bloc de plexus brachial par voie axillaire est la plus utilisée.

5- Matériel: (21)

La pratique des replantations digitales nécessite une instrumentation adaptée. Seuls seront détaillés ici les instruments dévolus au temps microchirurgical proprement dit.

a- Instruments de microchirurgie vasculaire et nerveuse

Le plateau minimum comporte un porte-aiguille, une paire de micro ciseaux, un jeu de pinces fines. Tous ces instruments sont « courts » ; le temps microchirurgical se pratiquant en surface, il est inutile de s'encombrer d'instruments à manche long. Nous avons adopté pour l'ensemble de ces instruments un dessin « ergonomique » qui se traduit essentiellement au niveau du manche par une forme cylindrique autorisant une prise « crayon ». Ce type de prise facilite les mouvements de rotation axiale de l'instrument, nécessaires pour guider correctement l'aiguille à travers la paroi vasculaire (*figure 20*).



Figure20: Instruments de microchirurgie en titane(21)

*De gauche à droite : pinces à disséquer (*4), ces pinces sont disponibles dans une version à griffe et sans griffe et en deux tailles distinctes selon la finesse des*

extrémités, porte-aiguille et ciseaux. Tous les instruments disposent d'un corps « rond » pour une préhension plus facile et une saisie en mode « stylo ».

Le porte-aiguille est à mors courbe, forme qui nous semble la plus adaptée pour un guidage facile de l'aiguille, lorsqu'elle est combinée à la prise « crayon » et aux mouvements de rotation axiale déjà mentionnés.

Les micro-ciseaux sont également courbes. Une seule paire de cet instrument est suffisante et servira conjointement au temps de dissection préliminaire et aux gestes de recoupe ou d'adventicectomie sur les vaisseaux.

Les pinces à disséquer : deux pinces à disséquer fines sans griffe sont suffisantes et serviront à manipuler nerfs et vaisseaux lors du temps de réparation. (La pince à griffe servant essentiellement aux prises épineurales lors de la manipulation de gros troncs nerveux).

b- Aiguilles et fil de suture :

Trois calibres de fils suffisent pour faire face à toutes les situations de replantation digitale (9/0, 10/0 et 11/0). Très schématiquement, la réparation d'une artère collatérale palmaire à la base du doigt s'effectue en utilisant un fil de calibre 9/0 ; le 10/0 sera utilisé au voisinage de l'IPP. Toutes les replantations très distales feront appel à un fil 11/0. La section de l'aiguille est triangulaire afin de faciliter son positionnement entre les mors du porte-aiguille. il s'agit d'aiguilles « 3/8e de cercle », morphologie idéale pour la réparation de petits vaisseaux.

Le fil 11/0 est utilisé monté sur deux tailles d'aiguilles distinctes (50 microns et 70 microns). Lorsqu'on atteint les limites techniques de réalisation de ces replantations, c'est-à-dire lors de replantations trans-unguéales, c'est ce fil monté sur une aiguille de 50 microns, qui est dévolu à la réparation des veines

palmaires et pulpaire qui se distinguent par l'extrême finesse de leur paroi, ainsi qu'à celle de l'artère centrale de la pulpe lors des replantations très distales.

Nous utilisons exclusivement un fil monobrin synthétique de couleur noire non résorbable. Sa couleur facilite son identification et son caractère non résorbable n'a aucun effet néfaste à long terme.

c- Accessoires :

À côté des instruments et fils de suture, plusieurs accessoires sont destinés à faciliter le confort de ce temps microchirurgical (*figure 21*).

Un fond de couleur est régulièrement utilisé au cours du temps vasculaire. Il s'agit d'un rectangle, d'un matériau synthétique ; taillé à la demande, il est glissé sous le vaisseau ou le nerf à réparer. Ses fonctions sont multiples : il isole et définit le champ microchirurgical et va faciliter la saisie du fil en évitant son « collage » aux tissus de voisinage. Choisi de couleur bleue, il facilite la vision par le contraste obtenu avec les structures à réparer.

Un champ blanc permet à l'opérateur d'appuyer le bord cubital de ses deux paumes obtenant la stabilité nécessaire à ce temps microchirurgical. Il doit être en textile pour la souplesse de l'appui et sa couleur blanche va faciliter le repérage des fils de suture qui seront posés à sa surface, en attente.

Des aiguilles « mousses » à usage unique sont désormais disponibles et vont être utilisées pour laver la lumière des vaisseaux à réparer. Elles sont montées sur une « poire » contenant la solution diluée d'héparine. Il est possible de plier ces aiguilles à 60° entre le pouce et l'index, sans en obstruer la lumière. On obtient ainsi l'instrument ergonomiquement le mieux adapté : lorsque la poire est saisie entre le pouce et l'index de l'opérateur, l'aiguille se trouve tout naturellement orientée dans l'axe du vaisseau.

Des micro-tampons sont également fort utiles (*figure22*). Même si les temps essentiels de cette chirurgie se pratiquent sous garrot, le champ opératoire est parfois inondé, sous l'effet d'un suintement sanguin de voisinage ou du liquide de lavage. L'usage d'une aspiration étant à proscrire formellement, ces micro-tampons, de forme triangulaire et de faible encombrement, remplacent avantageusement l'usage d'une compresse. (*Figure 21*)

Les micro-clamps : leur usage est loin d'être systématique. L'exigüité du champ opératoire lors de certaines replantations distales interdit parfois l'usage de ces clamps pourtant miniaturisés. Nous avons uniformément adopté l'usage des clamps Biover® dits de « Tamai » à usage unique. Ils sont disponibles en trois tailles distinctes, chaque taille correspond à une pression standardisée d'occlusion. Dans le domaine précis des replantations digitales, seul le plus petit de ces clamps est utilisé. Il est disponible en version simple ou double. Dans cette dernière configuration, une barre de glissement relie les deux clamps et va permettre les mouvements d'approximation des deux vaisseaux à réparer. L'usage d'une pince à disséquer sans griffe suffit à la manipulation de ces clamps et les mouvements d'approximation sont obtenus par l'usage d'une pince type « hémostat » sans griffe. Le matériau plastique qui les compose évite tout phénomène de réfraction. Enfin leur poids très léger, joint à leur faible pression de fermeture, les rend atraumatiques et particulièrement adaptés à ce domaine des replantations digitales. Désormais des clamps basse pression dédiés à l'occlusion et la réparation veineuse sont aussi disponibles.



Figure 21 : Accessoire pour la microchirurgie vasculaire : aiguille mousse d'irrigation et clamps vasculaires « Biover® » à usage unique(21).

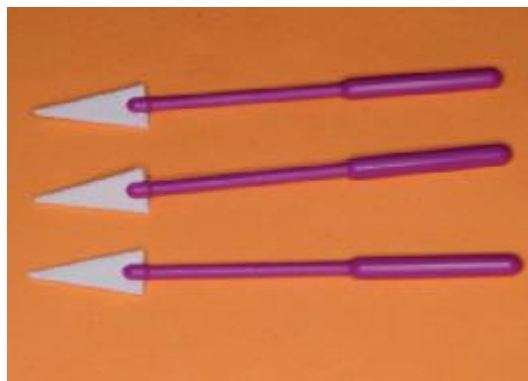


Figure 22 : Micro-tampons pour la microchirurgie qui permettent l'assèchement du champs opératoire sous microscope.(21)

d- Microscope opératoire

Certaines de ses caractéristiques sont à même d'autoriser le temps microchirurgical de ces reimplantations dans des conditions optimales.

Les deux systèmes optiques permettent à l'opérateur et son aide de se faire face, de part et d'autre de la table à bras.

Un système de poignée et un bras support articulé doivent autoriser l'opérateur à positionner le microscope à volonté et avec précision.

La commande au pied du zoom et de la mise au point est souhaitable. Elle permet lors de la réparation des petits vaisseaux d'effectuer le passage de l'aiguille sous un fort grossissement, puis de revenir à un grossissement moindre pour la réalisation du nœud, plus facile sous un champ plus large, sans interrompre le déroulement du geste chirurgical ni quitter le champ des yeux.

Les poignées de « pilotage » du microscope doivent pouvoir être aseptisées avant toute intervention, autorisant l'opérateur à positionner lui-même l'optique à l'endroit idéal.

6- Préparation des deux extrémités (21) :

a- Préparation chirurgicale de l'extrémité distale

Elle peut débuter avant même l'installation du patient en salle d'opération, mettant à profit le temps d'installation du bloc axillaire. Le brossage chirurgical utilise une brosse douce et un antiseptique non colorant, il est suivi d'un rinçage abondant au sérum physiologique. La table d'instruments destinée à l'intervention proprement dite est installée et va autoriser la préparation du segment à replanter, au besoin avant l'entrée du patient en salle (*figure 23*).

Cette préparation s'effectue sous loupes binoculaires. Elle fait gagner un temps précieux en particulier lors de replantations digitales multiples. Le parage cutané est effectué à ce stade, en revanche il est souvent judicieux de reporter le temps de parage osseux, ainsi que la préparation de l'ostéosynthèse à un temps ultérieur, lorsque le fragment amputé aura pu être confronté au moignon proximal. L'extension de ce parage, l'importance du raccourcissement et la stratégie d'ostéosynthèse sont souvent définis après avoir confronté les deux extrémités squelettiques.

Le repérage pédiculaire est en revanche effectué dès ce stade. Un abord, le plus souvent dorso-latéral, va permettre d'inciser le fascia digital et d'exposer les pédicules. La rétraction des valves cutanées est pérennisée par des fils de suture noués sur la peau. Ainsi les éléments pédiculaires disséqués resteront exposés et pourront être protégés en particulier lors du temps d'ostéosynthèse. Il est possible d'améliorer encore ce repérage en utilisant les moyens suivants : le nerf peut être coloré au bleu de méthylène, l'artère repérée par un micro-clip placé sur l'extrémité distale contuse et vouée à la résection. Ces artifices s'avèreront utiles lorsqu'en cas d'amputations multiples des lâchers de garrot itératifs seront nécessaires. Si artère et nerf du pédicule collatéral palmaire sont repérés au cours de ce temps de

dissection, en revanche leur préparation proprement dite en vue de la réparation est reportée au temps ultérieur qui s'effectuera sous microscope après ostéosynthèse.

Le repérage et la dissection des veines dorsales ne sont pas systématiquement effectués à ce stade. Si le repérage des veines dorsales sur P1 en cas d'amputation proximale ne pose pas de problème particulier, en revanche le repérage de ces mêmes veines dorsales sur P2 voir à hauteur de l'IPD est difficile voire impossible sur un doigt exsangue ; on risque, en disséquant à « l'aveugle », de compromettre l'intégrité de la ou des veines qui seraient utilisables. Mieux vaut alors reporter ce temps de dissection à la fin de la séquence de replantation, une fois la revascularisation effectuée. Un lâcher du garrot autorisera un remplissage des veines de retour facilitant dissection et choix de la veine à réparer. Il est possible, dès ce stade de la préparation, de mettre en place le fil centro-tendineux qui servira à la réparation du tendon fléchisseur.

Au terme de ce conditionnement du fragment à replanter, le retour à des conditions d'ischémie froide est parfois souhaitable, en particulier si plusieurs doigts sont à replanter laissant augurer d'une période d'attente prolongée. Une cupule stérile est remplie de glaçons, couverte d'un gant chirurgical éversé, qui va recevoir le fragment préparé, l'isolant de la glace

(45).

b- Préparation de l'extrémité proximale :

Les séquences de la préparation de l'extrémité proximale sont globalement symétriques des précédentes. Un parage cutané est nécessaire ainsi qu'un repérage des éléments pédiculaires par le même type d'abord dorso-latéral.

C'est à ce stade qu'il faut éventuellement aller rechercher dans la gaine digitale un tendon fléchisseur rétracté. Cette même recherche sera moins facile une fois l'ostéosynthèse réalisée.

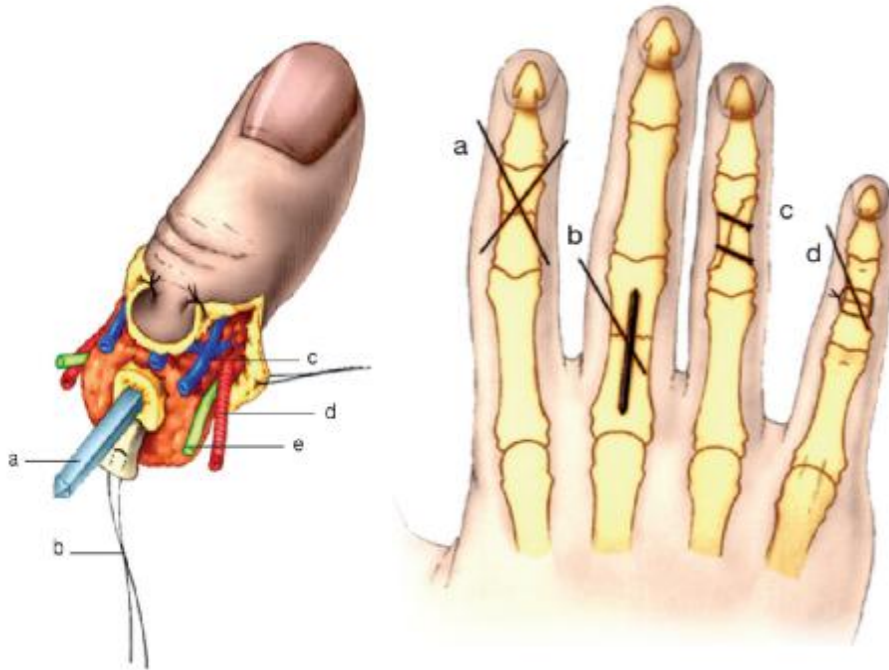


Figure 23 : Préparation d'un doigt en vue d'une replantation(21)

- a. Bilboquet centro-médullaire
- b. Tendon fléchisseur
- c. Réseau veineux superficiel
- d. Artère collatérale palmaire
- e. Nerf collatéral palmaire

figure24 : différents type d'ostéosynthèse utilisables (21)

- a- par broche de Krishner
- b- par bilboquet centro-médullaire
- c- par vis corticale
- d- par combinaison d'un cerclage et d'une broche de Krishner

7- Les étapes techniques d'une replantation (1,21) :

a- Raccourcissement osseux :

En dehors de certains cas d'amputations parfaitement nettes par massicot ou instruments très tranchants, le raccourcissement du squelette est systématique avant ostéosynthèse il va permettre les sutures vasculaires nerveuses et tendineuses sans tension excessive ; il évitera ou minimisera les problèmes de couverture cutanée. Ce temps de raccourcissement peut suffire à éviter le recours à un pontage vasculaire et autoriser une suture directe. Il n'y a pas de règle intangible fixant l'importance de ce raccourcissement. Wood (46) conseille un raccourcissement, adapté à la lésion, de 5 à 10 mm. Ce raccourcissement est effectué à la pince gouge, il porte sur l'une ou l'autre des deux extrémités osseuses. Le choix de l'ostéosynthèse doit être effectué au préalable car à même de guider orientation et étendue du parage osseux.

Même en zone diaphysaire ce raccourcissement a peu de conséquences fonctionnelles. Le doigt replanté disposera d'une mobilité réduite retentissant plus sur la fonction globale que ce discret raccourcissement.

b- Ostéosynthèse :

Toute la gamme des méthodes d'ostéosynthèse miniaturisée et adaptée à la main peut être utilisée en cas de replantation; toutefois la méthode idéale, dans ce cadre particulier, se doit d'être rapide d'exécution, qualité essentielle en cas d'amputations multi digitales. Sa mise en œuvre ne doit nécessiter aucune dissection supplémentaire. Enfin son utilisation doit être guidée par le souci constant de la protection des pédicules vasculaires (*figure 24*).

ü *Matériel endo-médullaire :*

L'usage d'un clou ou bilboquet centromédullaire a l'avantage de sa rapidité de mise en œuvre ; la rotation est bloquée par une broche de Kirschner oblique à 45°. Cette méthode ne s'applique qu'aux amputations médio diaphysaires, c'est-à-dire lorsqu'on dispose, en proximal comme en distal, d'un appui endo-médullaire suffisant.

L'ostéosynthèse par broche de Kirschner reste la méthode la plus utilisée en égard à la multiplicité des lésions rencontrées. Dans l'idéal, deux broches en croix suffisent à assurer l'ostéosynthèse. Lorsqu'une telle ostéosynthèse (par broche de Kirschner) est planifiée, il est préférable d'introduire d'abord les broches au niveau du doigt amputé. À ce stade, le placement des broches, en va et vient à travers la tranche de section osseuse, est facile et s'effectue avec toute la précision requise, à distance des trajets pédiculaires.

L'ostéosynthèse par vis ne s'applique qu'aux rares cas d'amputations réalisant un biseau oblique long. Elle utilise le matériel miniaturisé adapté à la main.

L'association broche-cerclage est également un bon moyen d'ostéosynthèse mais le passage du fil d'acier doit être précis afin d'éviter toute erreur de rotation.

L'ostéotomie en chevron de chacune des deux extrémités osseuses, afin de réaliser ensuite une synthèse par vissage ou cerclage est un exercice long et périlleux comportant un difficile réglage de la rotation.

L'utilisation de plaques d'ostéosynthèse a pu être proposée pour ces replantations digitales (47). Cette pratique nous semble devoir rester marginale car les avantages se limitent à une mobilisation précoce qui est en fait rarement possible compte tenu du contexte.

Quel que soit le moyen d'ostéosynthèse utilisé il doit apporter la stabilité qui va permettre la mobilisation passive du doigt au cours des temps successifs de la replantation.

Si le parage et le raccourcissement osseux suivis de l'ostéosynthèse représentent toujours le premier temps proprement dit d'une replantation, l'ordre des temps suivants peut être variable.

c- Réparation des tendons fléchisseurs :

La méthode de choix est la technique de Tsuge. Le fil-boucle de Tsuge a été mis en place sur l'extrémité proximale dès le stade de repérage. Lorsque l'amputation passe en plein canal digital, la réparation conjointe des deux tendons superficiels et profond n'est pas une obligation. Seul le tendon fléchisseur profond sera réparé.

Lorsque le parage osseux a créé un raccourcissement notable du doigt replanté, il est nécessaire de recouper en zone saine le tendon fléchisseur. L'instrumentation de Meyer optimise la qualité de cette recoupe (*figure25*).

Au terme de ces premières étapes, le temps palmaire de la replantation est achevé. La peau sera alors suturée à points lâches pour mettre à l'abri de la dessiccation les structures qui viennent d'être réparées. On change alors d'installation pour débiter le temps dorsal.

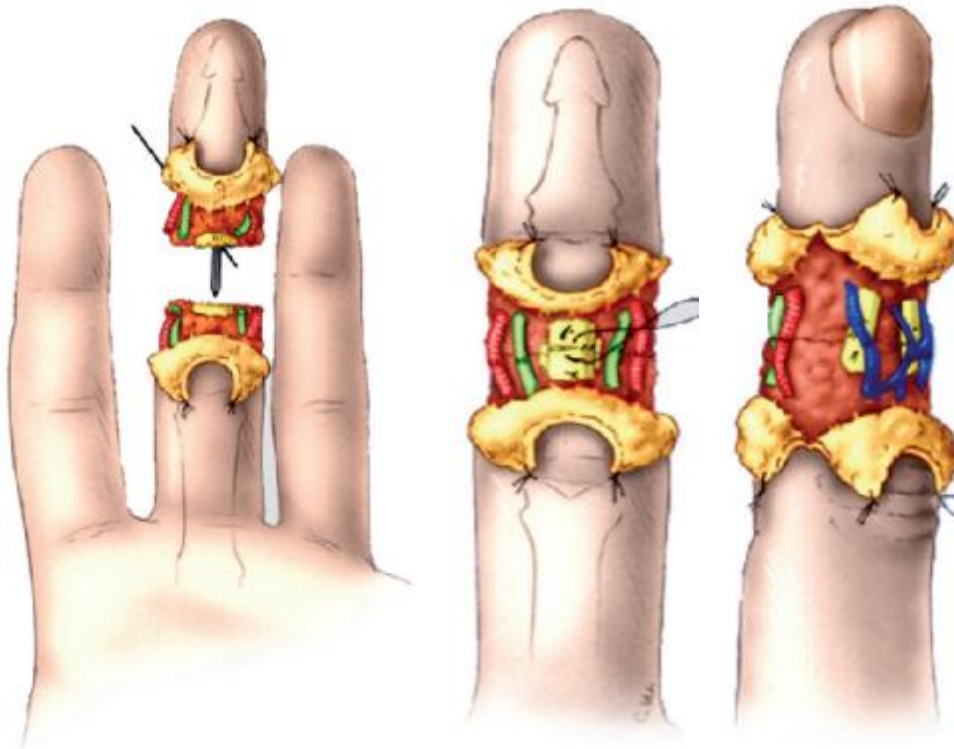


Figure 25 : différents temps palmaires de la replantation (21) :

- a- *ostéosynthèse*
- b- *réparation des éléments vasculaires et nerveux palmaires puis du tendon fléchisseur*
- c- *réparation de l'appareil extenseur puis du réseau veineux dorsal superficiel*

d- Réparation des tendons extenseurs :

Cette réparation utilise des fils en « U » de P.D.S. On doit se contenter d'une dissection et d'une exposition minimum afin de ne pas risquer de compromettre le temps suivant de suture vasculaire (*figure 25*).

e- Réparation artérielle :

Chaque extrémité artérielle est repérée puis disséquée. La manipulation du vaisseau s'effectue en utilisant les pinces fines sans griffe et en s'aidant de prises adventitielles. Lorsqu'une longueur suffisante du vaisseau est obtenue de part et d'autre, celui-ci est mis sur clamp. Il est préférable d'utiliser le clamp de Tamai double petit modèle à son déploiement maximal sans avoir recours à l'effet de rapprochement pour « affronter » le vaisseau à réparer. On disposera ainsi, entre chaque mors du clamp, d'une longueur plus importante de vaisseau, ce qui en facilitera la manipulation. La recoupe de l'artère est effectuée aux micro-ciseaux, perpendiculairement à l'axe du vaisseau. En cas d'amputation par section simple, ce parage se contente d'éliminer la paroi contuse du vaisseau. Nous verrons en traitant des avulsions digitales l'importance d'une appréciation judicieuse de ce niveau de coupe.

Au terme de cette installation, un discret diastasis doit persister entre chacune des extrémités à réparer. Ce diastasis permettra de mieux juger de la tension à donner lors du serrage des nœuds et il facilite la visualisation permanente à la lumière (*figure 26a*).

§ Adventicectomie :

Elle fait suite à ce temps d'installation sur clamp. Elle est réalisée aux micro-ciseaux. Une pince sans griffe saisit l'adventice à proximité de la tranche de section et réalise une traction douce dans l'axe du vaisseau (*figure 26b*). Une section nette est alors effectuée, perpendiculairement à l'axe de vaisseau. On laisse alors

l'adventice se rétracter librement. Ce simple geste permet de réaliser en un temps unique une adventicectomie circonférentielle.

§ Dilatation-Lavage :

Le temps d'adventicectomie a parfois suffi à obtenir une béance de la lumière du vaisseau. Dans certains cas, toutefois, celui-ci reste collabé sous l'effet de la composante d'écrasement qu'a inévitablement comporté le temps de recoupe. Le vaisseau apparaît plat, sa lumière est virtuelle et linéaire. L'usage de deux pinces fines sans griffe permet en exerçant une traction « équatoriale » de restaurer la béance luminale. On peut alors introduire un puis deux des mors d'une pince à disséquer sans griffe pour provoquer une dilatation douce et progressive (*figures 1529d et 29e*). La lumière du vaisseau est alors abondamment rincée au sérum hépariné (*figure 26f*).

§ Suture termino-terminale artérielle :

Chaque fois que les conditions locales l'autorisent, la revascularisation fera appel à une suture directe, termino-terminale.

La replantation digitale est confrontée à des vaisseaux de faible calibre (jusqu'à 0,3 à 0,4 mm de diamètre pour les replantations les plus distales). Compte tenu de la petite taille de ces vaisseaux, la répartition des points revêt une importance cruciale. En outre, l'exigüité du champ opératoire et la fragilité des vaisseaux peuvent interdire les manœuvres de retournement du clamp ou proscrire son usage. Nous avons donc adopté une technique, utilisable à tous les « étages » des replantations digitales, susceptible de s'adapter à l'usage ou non d'un clamp, facilitant la répartition des points et limitant les manœuvres de torsion axiale du vaisseau qu'entraîne le retournement du clamp.

L'éversion du vaisseau va autoriser la mise en place d'un premier point postérieur à « 6 heures » (*figure 26g*). Celui-ci est noué, un des brins étant gardé long ; le second point est un point antérieur placé à « 0 heure » symétrique du précédent. Il est facile, lorsque l'aiguille tend la paroi vasculaire avant de la traverser, de s'assurer que chacune des deux hémi circonférences est mise en tension de manière symétrique et synchrone, gage du bon positionnement de ce deuxième point. Si cela n'est pas le cas, il faut reconsidérer la position de ce deuxième point, là encore l'un des chefs est gardé long, destiné à devenir un fil tracteur (*figure 26h*).

Une fois placés ces deux points équatoriaux, les deux hémi circonférences latérales vont être tour à tour suturées. Sans retournement du clamp un mouvement de torsion axiale dans un secteur angulaire limité à 90° va suffire à exposer successivement chacune des deux hémi-circonférences (*figure 26i*). Opérateur et aide se saisissent chacun de l'un des fils tracteurs, la traction obtenue fait pivoter le vaisseau et crée une tension qui déploie la paroi et facilite le placement des points suivants.

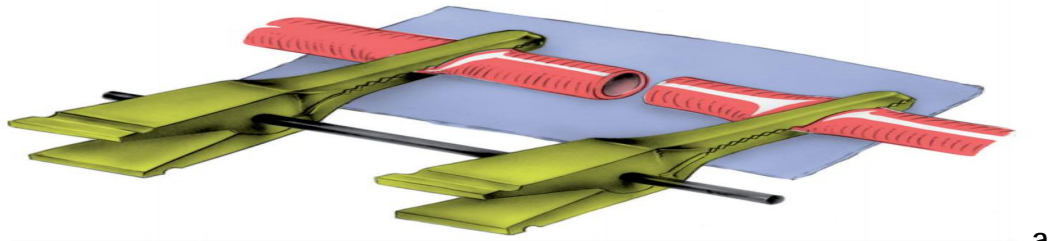
Cette torsion axiale du vaisseau n'est possible que si l'on dispose entre les mors du clamp d'une longueur de vaisseau suffisante. C'est là l'intérêt d'une utilisation du micro-clamp à son déploiement maximum. Deux points supplémentaires sur chacune des deux hémi-circonférences, c'est-à-dire un total de six points suffisent en général pour une artère collatérale. Une fois placés ces deux premiers points « latéraux », opérateur et aide échangent leur fil tracteur, l'autre hémi circonférence latérale est ainsi exposée. Il est alors simple, par l'inspection de la lumière de s'assurer qu'aucun des deux points précédents n'est transfixiant. On répète ensuite l'opération précédente pour terminer la suture (*figure 26*).

Seuls ces deux derniers points ne pourront être directement contrôlés puisqu'ils vont occlure définitivement la lumière du vaisseau. Lors du passage du cinquième point, la béance luminale résiduelle autorise encore l'introduction d'une pince à disséquer à mors fin dans la lumière. Le cinquième point est alors passé entre le mors de cette pince, évitant toute prise de la paroi postérieure. Ceci ne sera plus possible pour la réalisation du 6e et dernier point. Aussi lorsqu'il s'agit d'un très petit vaisseau usons-nous d'un artifice destiné à prévenir le risque de prise « transfixiante » : après passage du point n° 5, celui-ci n'est pas noué, l'opérateur tracte sur le fil jusqu'à ne laisser subsister qu'un chef de longueur suffisante à la réalisation du nœud.

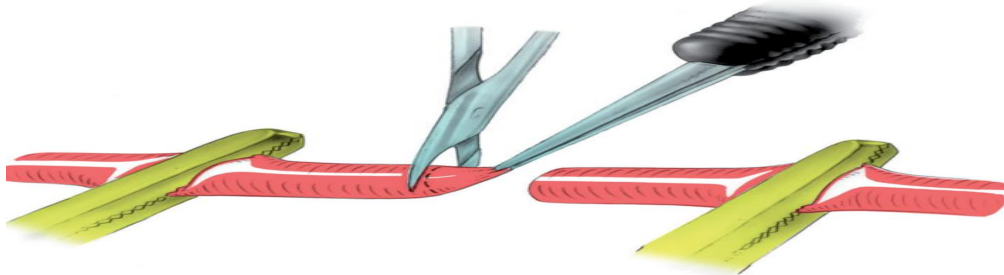
L'aiguille transfixie alors à nouveau les deux parois vasculaires, en lieu et place du point n° 6, en toute sécurité cette fois puisque la lumière est encore béante. Elle est abandonnée provisoirement dans cette situation, fichée dans les deux parois vasculaires, pour effectuer le point n° 5. Une fois sectionnés les deux chefs de ce point, le nœud n° 6 peut alors être terminé.

§ Suture termino-latérale :

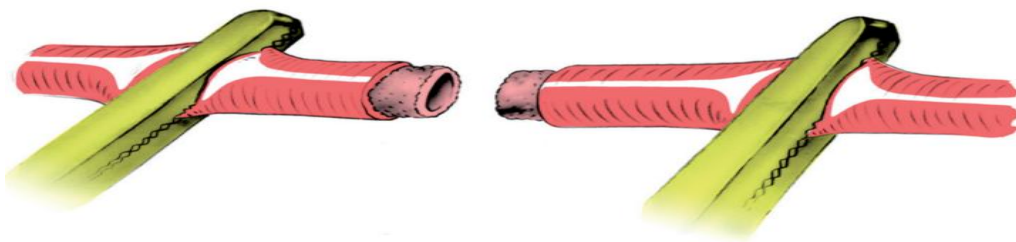
Dans ce cadre des replantations, les seules sutures termino-latérales seront réalisées lors de l'utilisation d'un long pontage destiné à la revascularisation du pouce, branché en termino-latéral sur l'artère radiale au sommet du premier espace interosseux. La technique habituelle consiste en une suture pas à pas, fermant d'abord la paroi postérieure de l'anastomose. L'avantage est un contrôle possible de la lumière jusqu'à la mise en place du dernier point (*figure 26*).



a



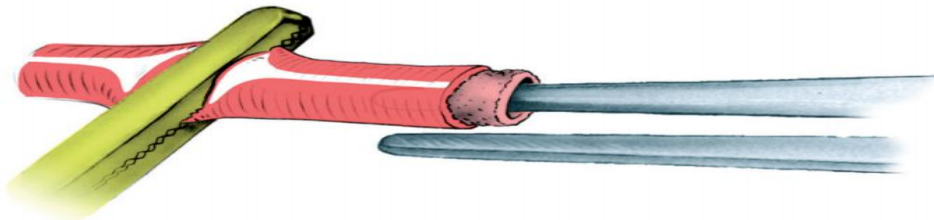
b



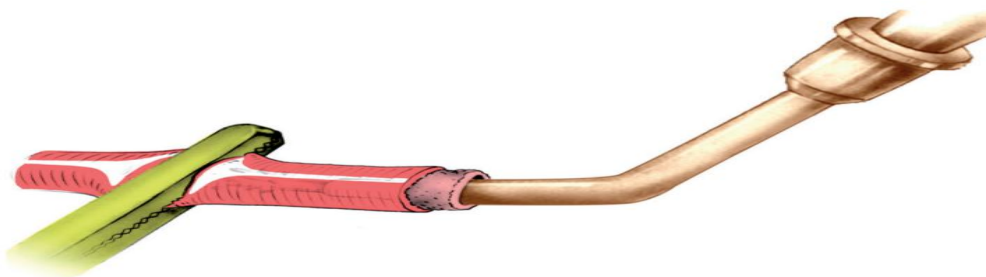
c



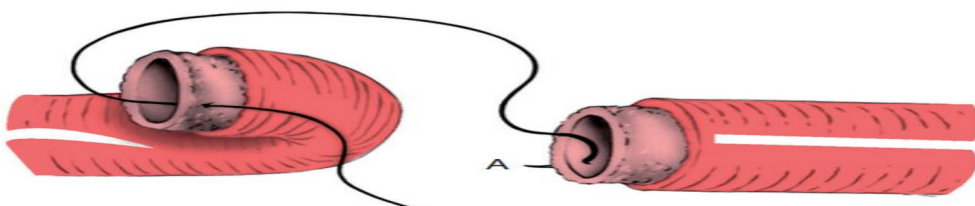
d



e



f



g

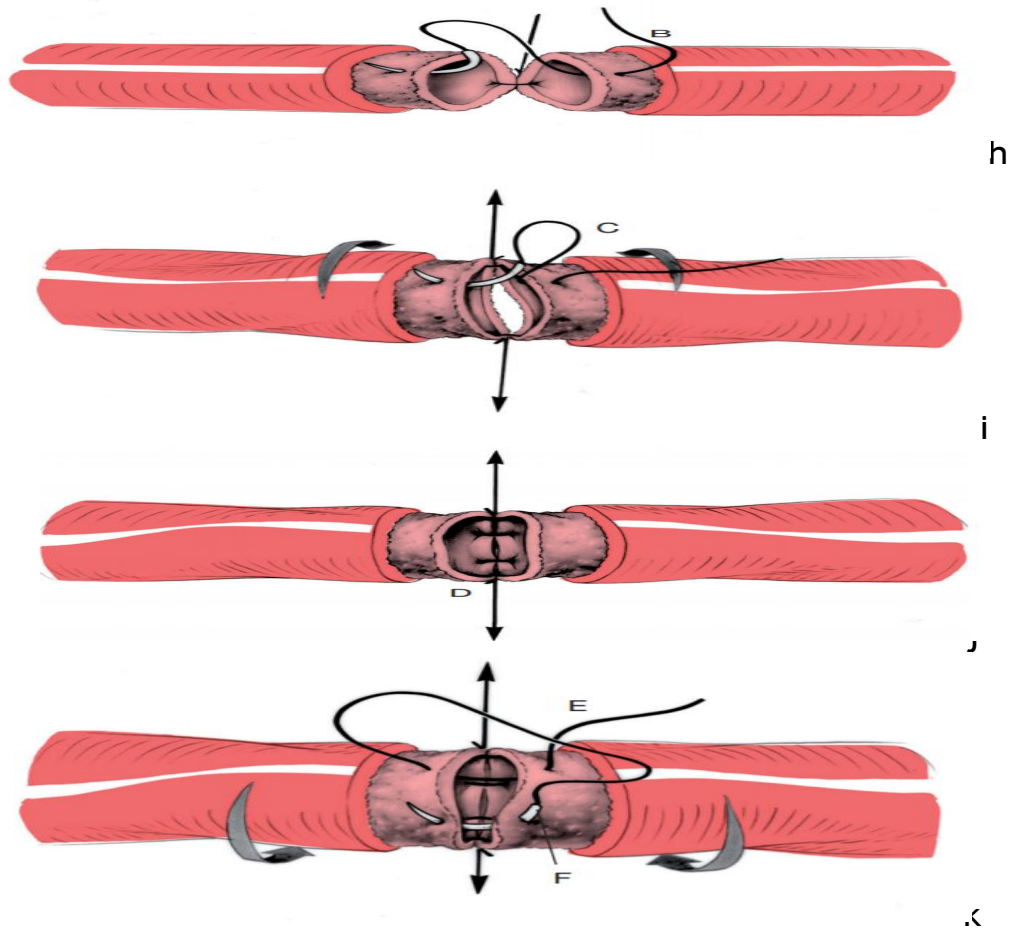


Figure 26 : réalisation d'une anastomose termino terminale(21) :

- a. Installation du vaisseau sur le microclamp double de Tamai.
Une distance « X » doit persister entre les deux extrémités vasculaires pour faciliter le passage des points.
- b. Advinticectomie.
- c. Aspect au terme de l'installation et de l'advinticectomie.
- d. Traction « équatoriale » pour obtenir la béance lumineuse.
- e. Dilatation utilisant la pince à disséquer sans griffe.
- f. Lavage au sérum hépariné de la lumière vasculaire.
- g. Passage du premier point équatorial à « 6 heures » (A).
- h. Passage du deuxième point antérieur à « 0 heure » (B).
- i. Complément de suture antérieure. La traction sur les fils guides a et b expose l'hémicirconférence antérieure. Les points de suture C et D sont mis en place.
- j. Inversion du sens de traction des fils pour exposer.
- k. L'hémicirconférence postérieure. Passage des deux points E et F. L'aiguille est mise en place pour la réalisation du point F avant de réaliser le nœud du point E.

§ Revascularisation par pontage veineux :

Lorsqu'aucune suture directe n'est possible, et en dehors des rares cas relevant d'une suture croisée, la revascularisation devra faire appel à un pontage veineux. Le site donneur est représenté par les veines superficielles de la face palmaire de l'avant-bras. L'une de ces veines longitudinales est sélectionnée. La dissection réalise l'hémostase soigneuse de toutes les veinules transversales par clip ou ligature. Un lavage au sérum hépariné permet de contrôler cette hémostase et de vérifier l'étanchéité du pontage.

Celui-ci est retourné de 180° afin de tenir compte de la présence des valvules, il est ensuite recoupé à la demande. Le calcul de la longueur du pontage à utiliser doit être attentif. Trop long, il aboutira après mise en charge à un effet « king-king » responsable de thrombose. Trop court, il imposera des sutures sous tension, source de fuite et de thrombose. Ces veines superficielles se rétractent considérablement une fois libérées du site donneur.

L'idéal est de mesurer exactement leur longueur avant prélèvement, puis de restaurer par traction axiale cette longueur avant de procéder à la recoupe définitive. La double suture termino-terminale qui rétablit la continuité de l'axe artériel doit « gérer » l'incongruence de calibre (figure 27, 28, 29).

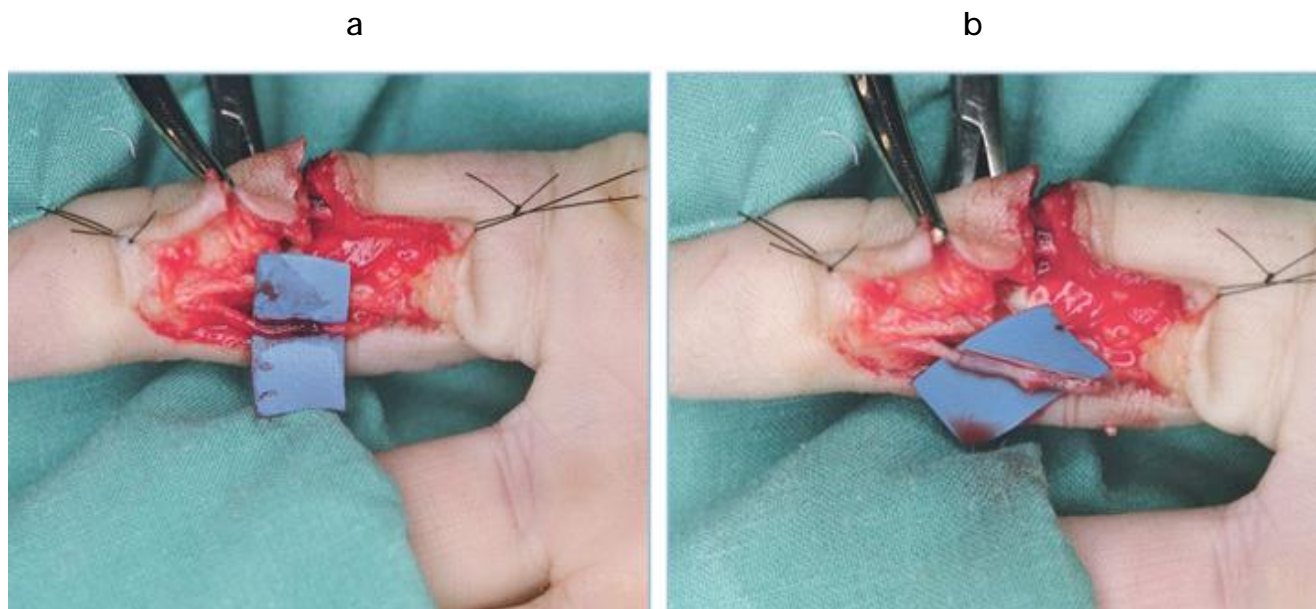


Figure 27 : Utilisation d'un pontage veineux (1).

a. Thrombose bilatérale des artères collatérales palmaires d'un index lors d'un traumatisme par écrasement.

b. Réalisation d'un pontage court sur l'artère collatérale ulnaire de ce doigt.

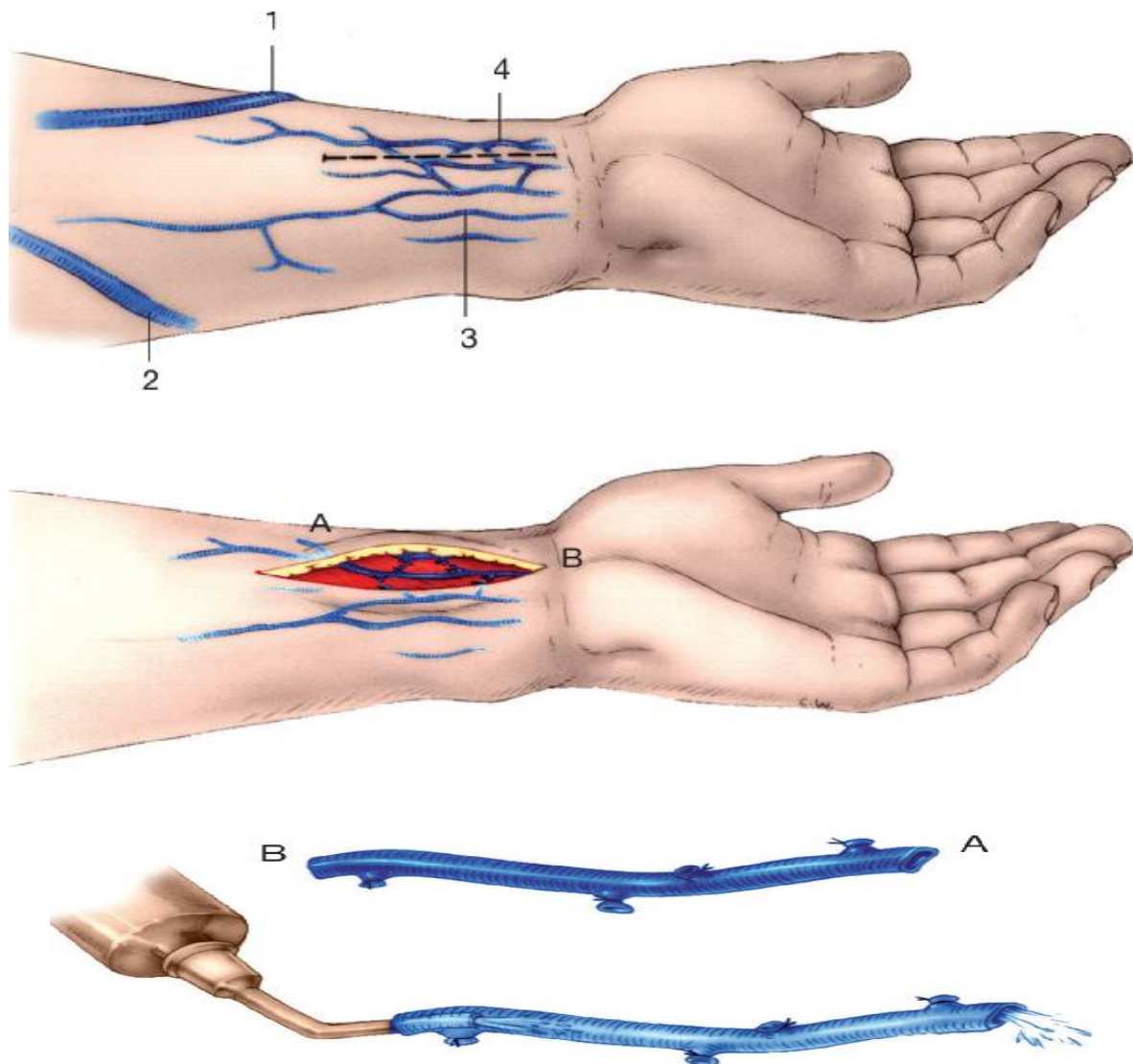


Figure 28 : Réalisation d'un pontage veineux à partir du réseau veineux superficiel palmaire de l'avant-bras(1).

a. Repérage des éléments du système veineux superficiel à l'avant-bras.

1 : veine radiale superficielle ;

2 : veine cubitale superficielle ;

3 : réseau veineux palmaire superficiel de l'avant-bras ;

4 : tracé de l'incision.

b. Incision cutanée et préparation du pontage par ligature des collatérales.

c. Inversion du pontage puis lavage au sérum hépariné pour contrôler l'étanchéité.

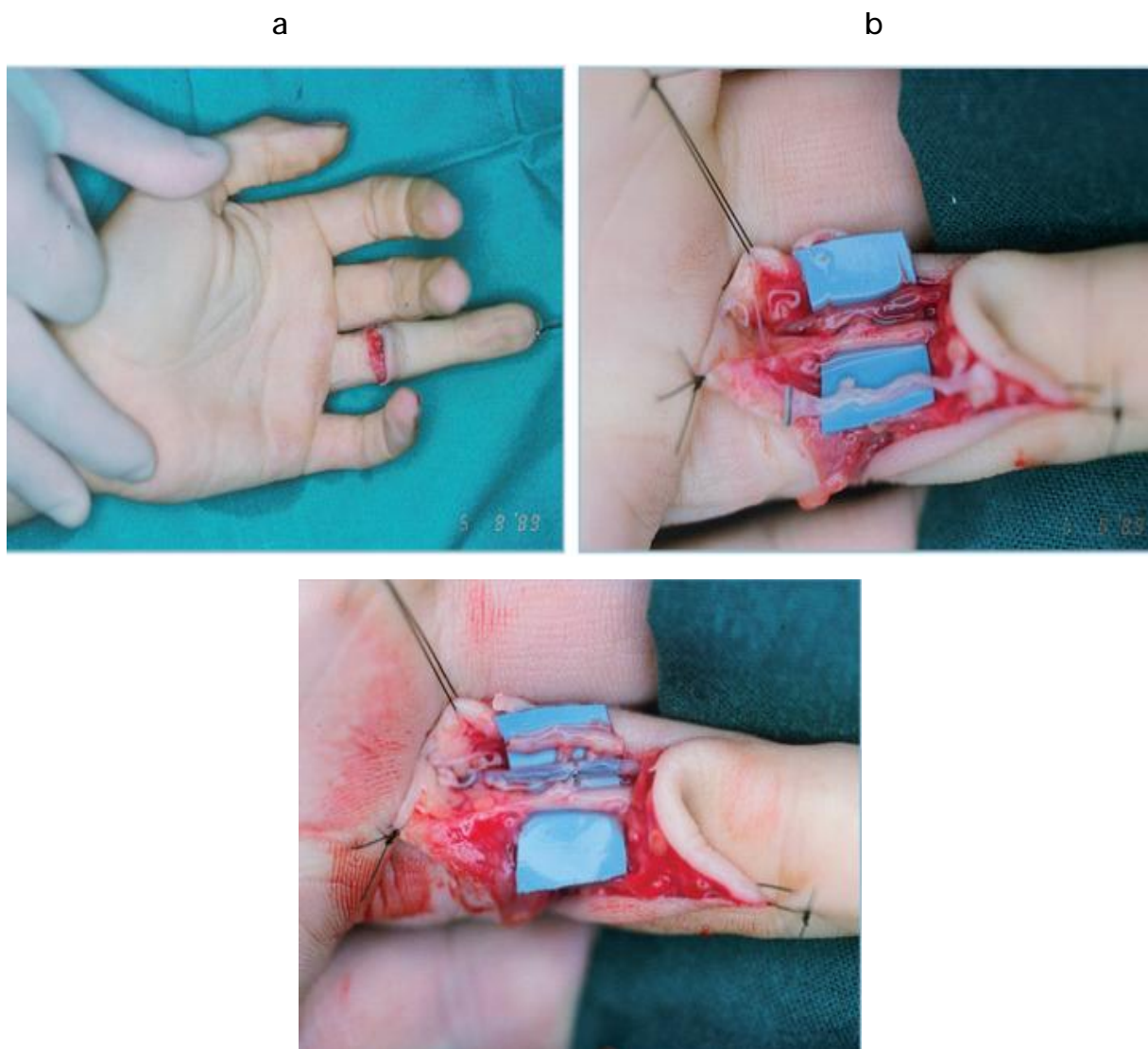


Figure 29 : Lésion par écrasement, dévascularisation (1).

a. Aspect des lésions initiales.

b. Aspect du pédicule collatéral radial avant la résection du fragment artériel thrombosé. Le segment veineux prélevé et destiné au pontage est visible en haut.

c. Pontage in situ. Le segment réséqué de l'artère collatérale est visible sur le fond de couleur en dessous de l'artère réparée.

C'est surtout au niveau de l'anastomose distale que cette incongruence est manifeste en raison du retournement du greffon veineux. La répartition des points lors de la suture microchirurgicale revêt ici une importance capitale. Il n'y a pas de règle intangible dictant l'ordre dans lequel les sutures doivent être effectuées. Nous avons l'habitude de débiter par la suture distale, techniquement la plus exigeante. Le greffon encore libre pourra alors être manipulé pour faciliter la réalisation de cette première suture. Après réalisation de ce pontage, l'autre artère collatérale est clippée ou ligaturée à chacune de ses deux extrémités.

De la même façon qu'une suture « croisée » pouvait être la seule suture directe possible, certains cas peuvent imposer la réalisation d'un pontage « croisé » (figure 30). C'est le cas lorsque les extrémités vasculaires proximale et distale les plus favorables se situent de côtés différents du doigt. La même prudence s'impose lorsqu'on use de cet artifice alors qu'un geste chirurgical secondaire est prévu.



Figure 30 : Réalisation d'un pontage artériel direct et croisé pour la revascularisation digitale (1).

§ Revascularisation du pouce :

La revascularisation du pouce a quelques spécificités techniques inhérentes aux difficultés d'exposition et à l'anatomie vasculaire de ce doigt.

Si l'anatomie vasculaire du pouce phalangien est similaire à celle des doigts longs – deux artères collatérales en situation dorsale et latérale par rapport aux nerfs – en revanche l'artère « pollicis princeps » qui est la source principale de ces artères collatérales est sujette à de nombreuses variations anatomiques.

À ces difficultés d'ordre anatomique s'ajoutent les difficultés d'exposition de la face palmaire du pouce, propres à ce doigt et toujours rencontrées lorsqu'on opère un patient en décubitus dorsal. Les revascularisations du pouce au-delà de la MP pourront s'effectuer de manière classique par suture termino-terminale sur les deux ou l'une des deux artères collatérales palmaires. Lorsqu'une seule suture est réalisée, elle porte sur la collatérale ulnaire, statistiquement dominante au niveau du pouce. Un court pontage peut également être réalisé de manière classique sur la collatérale ulnaire. En revanche dès qu'un long pontage s'avère nécessaire nous préférons le réaliser en situation hétéro topique plutôt que de chercher à le brancher en proximal sur l'artère pollicis princeps. Le branchement distal s'effectue avec l'artère collatérale ulnaire, et le branchement proximal, en termino-latéral sur l'artère radiale au sommet du premier espace interosseux dorsal. Le pontage lui-même est facilement tunnalisé sous la peau dorsale de la première commissure (*figures 31, 32*).

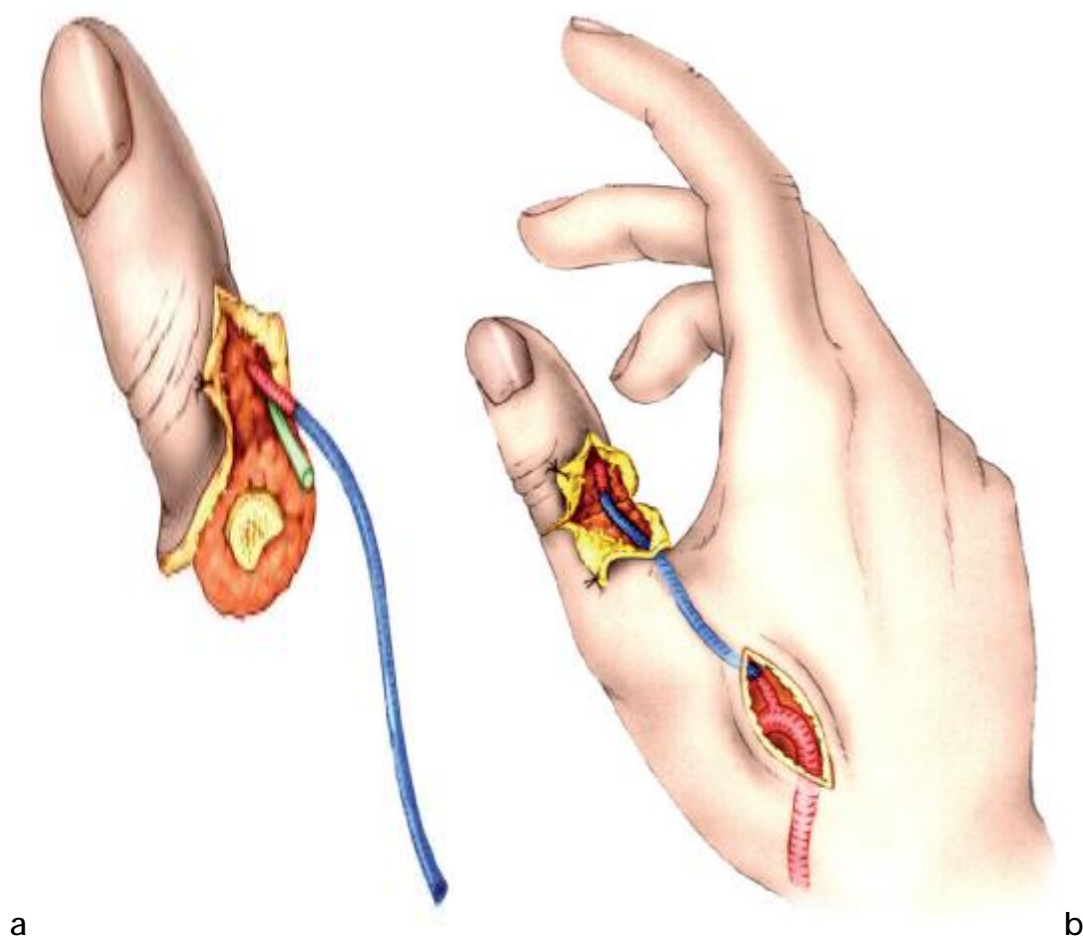


Figure 31 : Utilisation d'un pontage veineux long pour la revascularisation du pouce(1).

a. Branchement distal en termino-terminal sur l'artère collatérale ulnaire du pouce.

b. Branchement proximal en termino-latéral sur l'artère radiale au sommet du premier espace interosseux.

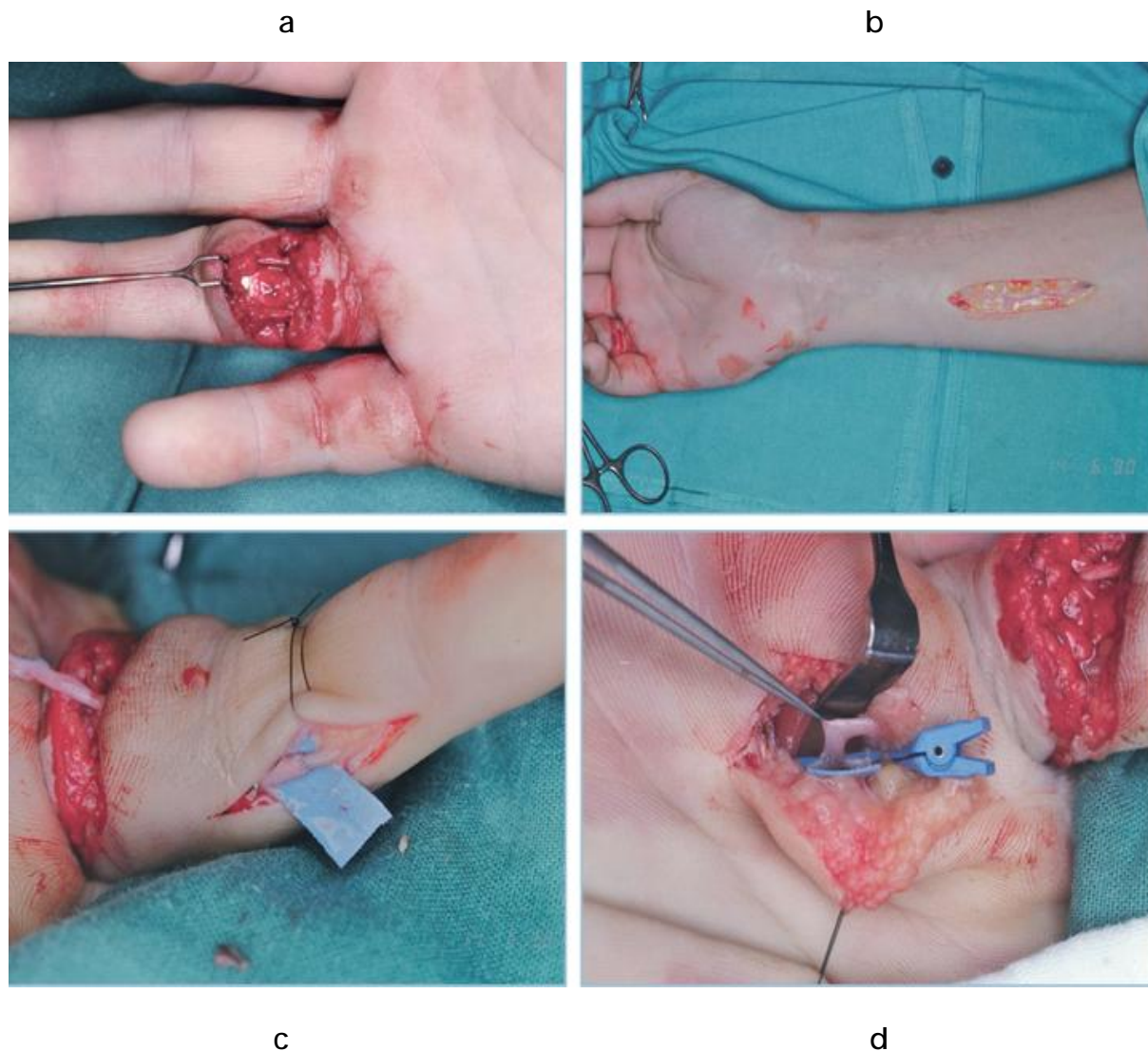


Figure 32 : Dévascularisation du pouce lors d'un traumatisme par écrasement avulsion, luxation fermée de l'interphalangiennne (1).

a. Aspect des lésions initiales.

b. Prélèvement du pontage veineux.

c. Préparation du pontage qui sera branché en distal sur l'artère collatérale ulnaire du pouce.

d. Anastomose proximale termino-latérale sur l'artère radiale.

§ Application du principe du « doigt-banque » au temps de revascularisation

▼ Détournement d'artères provenant de doigts voisins (48)

Certains auteurs ont proposé, pour éviter le recours à un pontage veineux, le détournement d'une artère saine provenant d'un doigt voisin. C'est un artifice que nous n'utilisons jamais, considérant ce prélèvement comme d'une morbidité inacceptable pour le doigt donneur.

En revanche, ce même détournement d'un axe artériel devient licite lorsque le doigt donneur blessé lui-même est voué à l'amputation. Le cas le plus fréquemment rencontré est celui de l'index devant être amputé en P1 mais dont l'axe collatéral radial reste utilisable et peut être employé pour revasculariser le pouce.

▼ Greffons composites nerf-artère en « doigt-banque »

Un doigt amputé et non replantable peut être utilisé pour y prélever des greffons composites « nerf-artère » (figure 33). Le greffon artériel est utilisé comme pontage pour revasculariser un doigt voisin, la greffe nerveuse s'intercale dans le défaut correspondant du nerf collatéral palmaire. Elle se comporte comme une greffe nerveuse vascularisée.

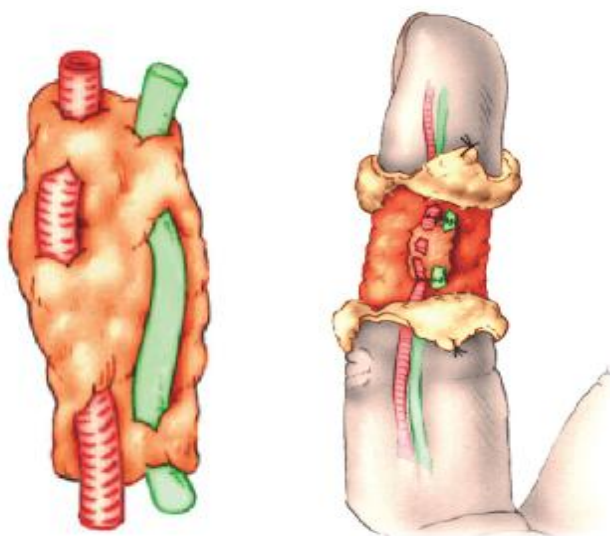


Figure 33 : Utilisation de greffons composites « nerf + artère » en application du principe du doigt-banque(1).

- Revascularisation dans les avulsions digitales :

L'exemple le plus typique des lésions résultant d'une avulsion est représenté par le « doigt d'alliance » (*ring finger*), mais certaines machines ou outils peuvent occasionner des lésions similaires, même en l'absence de tout anneau ou bague. (Figure 34).

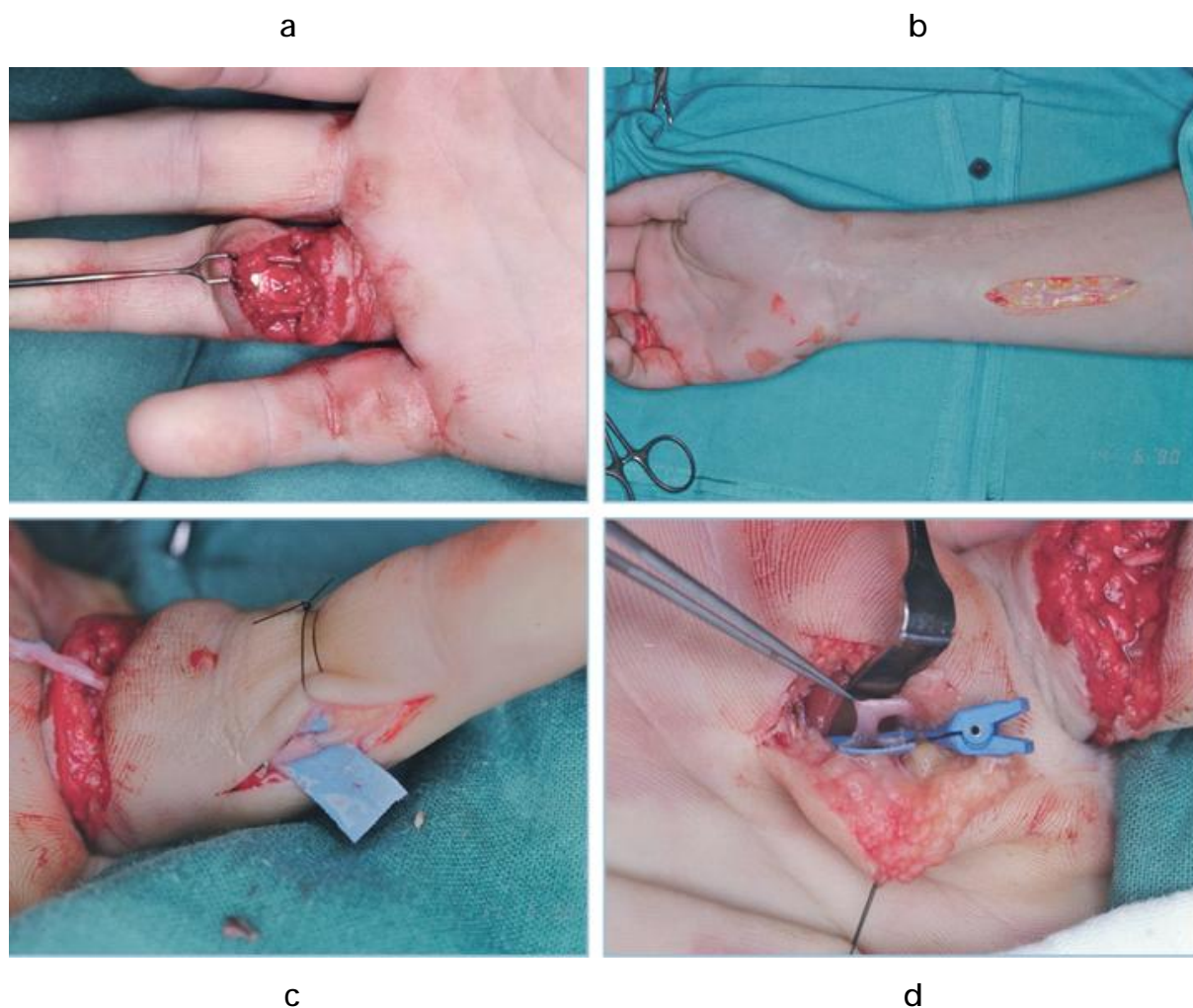


Figure 34 : Revascularisation d'un *ring finger* avec lésion palmaire exclusive comportant une dévascularisation (1).

- a. Aspect des lésions initiales, les deux nerfs collatéraux palmaires sont visibles, contus mais en continuité.*
- b. Prélèvement du pontage veineux superficiel.*
- c. Anastomose première termino-terminale avec l'artère collatérale côté ulnaire.*
- d. Branchement du pontage en termino-latéral sur l'axe digital commun dans la paume.*

▼ Temps artériel :

Le mécanisme d'étirement axial occasionne des lésions pariétales étendues difficiles à évaluer même sous le grossissement du microscope opératoire. En proximal, il est possible de s'assurer que le niveau de recoupe est suffisant en lâchant le garrot. Seul un flux vigoureux, ne s'atténuant pas au fil des pulsations, est le gage d'une anastomose qui s'effectuera en territoire sain.

Si ce n'est pas le cas, il faut d'abord s'assurer de l'absence de tout facteur défavorable d'ordre général (faible tension artérielle, chute de la température centrale) puis éliminer un éventuel spasme en usant de sérum chaud et de lidocaïne, avant de se résoudre à une recoupe plus proximale.

En distal nous nous fions à l'examen direct pour juger du niveau de recoupe. L'absence de *ribbon sign*, une paroi de tonus normal, sans aucun signe de délamination, sont des critères suffisants.

Mieux vaut en l'occurrence pécher par excès et réaliser un pontage sacrifiant quelques millimètres de paroi saine que de se voir confronté à la nécessité de réaliser un second pontage, plus long, en seconde intention.

Deux cas particuliers méritent d'être détaillés :

- Ø les avulsions subtotales : la totalité du fourreau cutané digital a été avulsée ; seule reste en continuité la chaîne squelettique différenciant ce cas des amputations complètes ; les lésions vasculaires sont cependant similaires, très étendues et la seule solution est un pontage adoptant d'emblée sa longueur maximale branché en proximal dans la paume et en distal à hauteur de l'IPD.
- Ø les dévascularisations par écrasement : la composante d'avulsion est ici très limitée ; l'accrochage de l'anneau s'est effectué à la face dorsale du doigt et la traction s'est traduite essentiellement par une puissante composante

d'écrasement ; la peau palmaire est contuse mais parfois encore partiellement en continuité ; il n'est pas rare de découvrir à l'exploration que la dévascularisation procède d'une thrombose segmentaire de chacune des deux artères collatérales palmaires.

Il faut alors résister à la tentation de simplement extraire le caillot par une artériotomie longitudinale. Quelle que soit son importance, ce thrombus est la conséquence de lésions pariétales et la seule solution consiste en une résection segmentaire suivie d'un rétablissement de continuité par pontage veineux sur l'axe artériel dominant.

▼ Temps veineux :

Le rétablissement du flux veineux de retour concernera le réseau veineux superficiel dorsal, le plus facile d'accès par son calibre. Une suture veineuse directe représente la solution technique la moins coûteuse et est parfois encore possible. Lorsque celle-ci n'est plus possible en raison d'une perte de substance, on fera appel à un pontage utilisant les mêmes veines dorsales superficielles de l'avant-bras.

Enfin lorsque la perte de substance concerne conjointement ce réseau veineux dorsal et le revêtement cutané, l'usage d'un lambeau « porte-veine » est possible, permettant de régler les deux problèmes dans le même temps.

f- Réparation nerveuse :

Les nerfs collatéraux seront réparés à ce stade. Il faut garder en mémoire que la qualité du résultat fonctionnel dépendra pour beaucoup des scores de ré-innervation obtenus. Cette réparation sera donc méticuleuse avec des sutures directes soigneuses.

En cas de perte de substance, on optera le plus souvent pour une greffe secondaire. Le sacrifice d'un site donneur de greffe nerveuse ne se conçoit pas en urgence, dans le contexte d'une replantation dont le succès à long terme n'est pas assuré. Toutefois, en cas de lésion multi-digitale, un doigt amputé qui ne sera pas reposé peut devenir un excellent site donneur de greffes nerveuses, voire de greffes nerveuses vascularisées. (*Figure 25*).

g- Réparation veineuse :

Si les veines dorsales ont pu être repérées, il est plus simple de réaliser les anastomoses sous garrot. Dans quelques cas, et en particulier dans les replantations distales, le repérage n'est possible sur le fragment distal qu'au prix d'un lâcher du garrot. Une fois sélectionnées les veines à suturer, la repose du garrot est justifiée, pour faciliter leur suture (*figure 25*).

Lorsque la suture termino-terminale n'est pas réalisable sans tension, le pontage veineux est une nécessité. Il est préférable de suturer deux veines par artère collatérale réparée, mais au-delà de ce quota la multiplication des anastomoses veineuses diminue le débit sanguin à travers chacune d'entre elles, et accroît le risque de thrombose.

h- Fermeture cutanée:

Une fois réalisée les sutures veineuses, le garrot est lâché, permettant de contrôler la perméabilité des sutures artérielles par la recoloration du doigt replanté et de vérifier les anastomoses veineuses.

L'hémostase rigoureuse par coagulation bipolaire doit précéder le temps de fermeture cutanée. Cette hémostase coagule électivement les veines de retour qui n'ont fait l'objet d'aucune anastomose sur le fragment distal replanté, assurant ainsi le détournement du flux veineux vers les veines réparées.

La fermeture cutanée s'effectue à points séparés lâches et sans tension. L'étanchéité n'est pas recherchée et l'on peut sans risque laisser partiellement ouvertes les incisions médio-latérales utilisées pour l'exposition. Lorsque le parage ou le traumatisme initial a créé une perte de substance cutanée, il faut dès ce stade envisager un artifice de fermeture.

§ Replantation avec perte de substance cutanée :

En dépit du raccourcissement osseux, certaines replantations laissent persister une perte de substance cutanée palmaire ou dorsale. Les solutions retenues pour assurer la couverture cutanée de ces défauts doivent être mesurées, en particulier celles qui prétendent faire appel à un doigt sain voisin. La morbidité inhérente au prélèvement doit en effet être mise en balance avec le risque d'échec de la replantation.

§ Pertes de substance dorsale :

Les petites pertes de substance dorsales d'étendue limitée sont couvertes par une greffe dermo-épidermique mince même si celle-ci doit recouvrir partiellement une suture ou un pontage veineux.

Les pertes de substance plus étendues requerront en revanche l'utilisation d'un lambeau de couverture. En fait, le plus souvent le problème posé est celui, conjointement, d'un défaut cutané associé à une perte de substance portant sur le réseau veineux superficiel.

Ces deux problèmes peuvent être réglés de manière élégante en un temps opératoire en utilisant un lambeau dit « porte veine ». Plusieurs types en ont été décrits et peuvent résoudre ce double problème.

▼ Lambeaux porte veine pédiculés :

Le lambeau cross-finger ou lambeau doigt croisé dés-épidermisé retourné offre une bonne sécurité de couverture et la possibilité de réaliser plusieurs anastomoses veineuses au prix, il est vrai, d'une syndactylisation transitoire de nécessité (*figure 35*). Il a par ailleurs l'inconvénient d'imposer la réalisation d'une double série d'anastomoses veineuses proximale et distale (50). Lorsque le defect est suffisamment proximal, un lambeau métacarpien en îlot à pédicule direct peut être utilisé. Le lambeau en îlot veineux à pédicule proximal peut également représenter une solution potentielle (51). Si une seule série d'anastomoses est ici nécessaire, la vascularisation du lambeau est plus précaire et le rôle d'aide trophique négligeable. Nous lui préférons une des solutions précédentes chaque fois qu'elles sont possibles.

▼ Lambeaux « porte veine » libres :

Quelque soit le site donneur, le principe de ces lambeaux reste le même : une unité cutanée est emmenée en monobloc avec le tissu cellulaire sous-cutané et le réseau veineux superficiel. Cette unité tissulaire est ensuite rebranchée au niveau du site receveur en réalisant une double série d'anastomoses veineuses, à chacune des extrémités proximale et distale du lambeau (*figure 36*).

On attend alors du flux veineux qui traverse ce lambeau qu'il suffise à la survie du territoire cutané. Honda *et al.* (23) proposaient de disséquer ces lambeaux sur le dos du pied : cette solution nous semble à rejeter car elle impose un deuxième champ opératoire voire une anesthésie générale. En outre le pourcentage de nécrose avec

ce type de site donneur semble conséquent (28). Tsai *et al.* (52) obtiennent de meilleurs scores de survie en disséquant un lambeau similaire sur le doigt voisin.

En général, tous ces « patch cutanés » porte-pontage passent par une phase de souffrance initiale faite d'œdème, de cyanose et de désépidermisation. Si cette souffrance de l'îlot cutané ne compromet pas la perméabilité des anastomoses vasculaires sous-jacentes, il ne faut toutefois attendre de ce lambeau aucun effet d'aide trophique. Leur seul avantage réside dans la facilité de dissection et la discrétion des séquelles au niveau du site donneur (en particulier lorsqu'ils sont prélevés à la face palmaire de l'avant bras où une suture primaire est possible). La place de ces lambeaux est donc limitée en pratique :

- à de très petits défauts cutanés : la suture simple de la peau au-dessus d'un pontage s'effectuerait sous tension compromettant la perméabilité de ce dernier ; toutefois la taille limitée du défaut contre-indique un lambeau pédiculé porte veine qui nécessiterait une excision cutanée non justifiable ;
- en cas de reprise après thrombose veineuse : l'œdème de revascularisation n'autorise pas le plus souvent une fermeture simple de la peau ; un lambeau veineux libre de ce type protège sans doute mieux le pontage que ne le ferait une simple greffe de peau.

Soulignons enfin que la survie de ce type de lambeau n'est pas totalement indépendante du contexte vasculaire particulier que représente cette replantation. Là où les veines qui traversent l'îlot cutané assurent à elles seules, le retour veineux du doigt, passée la période postopératoire immédiate. Il existe donc, à travers ce greffon veineux, une considérable accélération du flux et probablement de la pression. Il serait par conséquent dangereux d'utiliser cette technique dans d'autres contextes que celui des replantations.

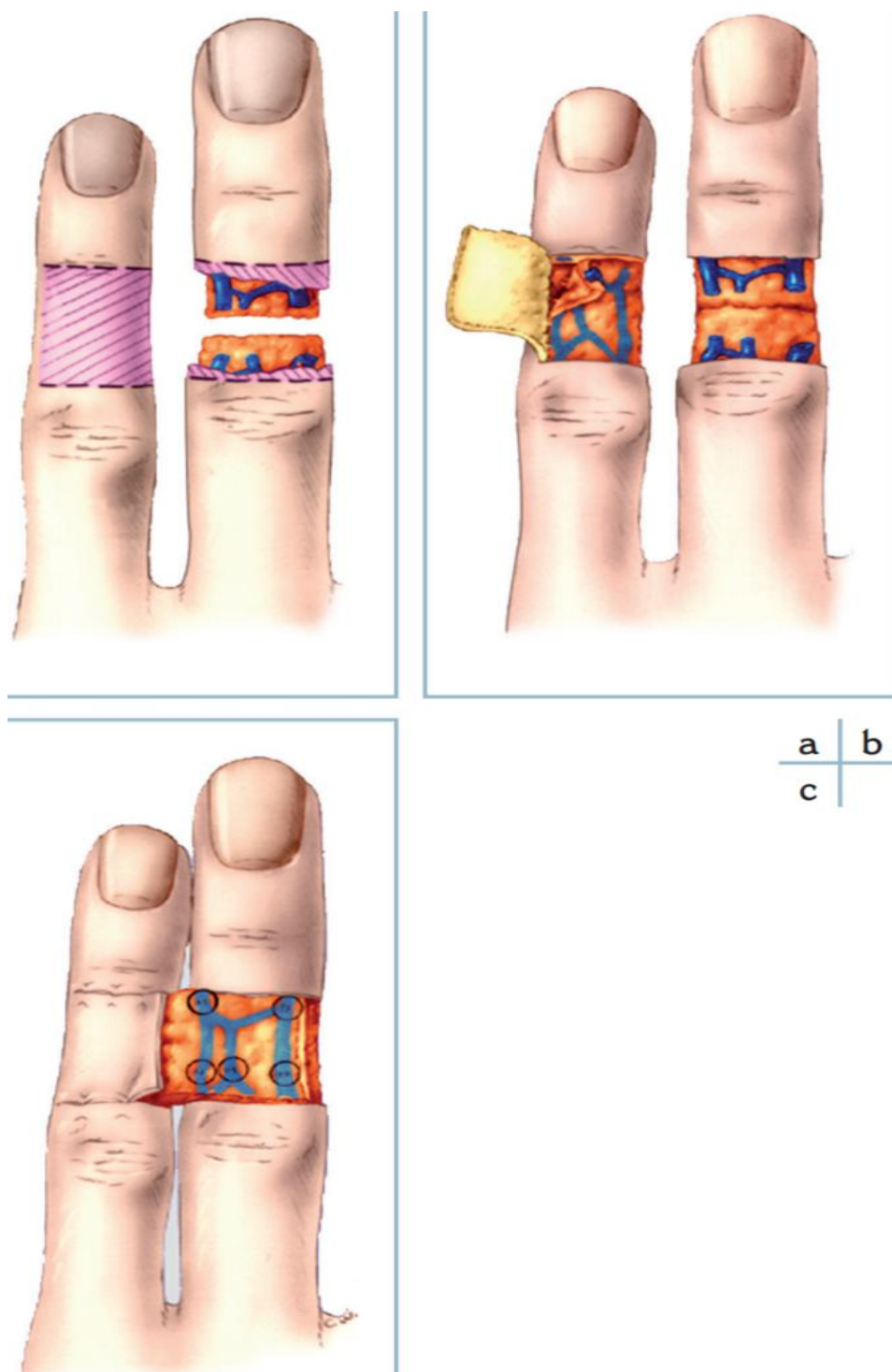


Figure 35: Utilisation d'un lambeau désépidermisé retourné en porte veine dans le cadre des replantations digitales (21).

- a. Site donneur d'un défaut sur le doigt replanté.
- b. Prélèvement du lambeau désépidermisé retourné.
- c. Double série d'anastomoses proximales et distales après mise en place du lambeau.

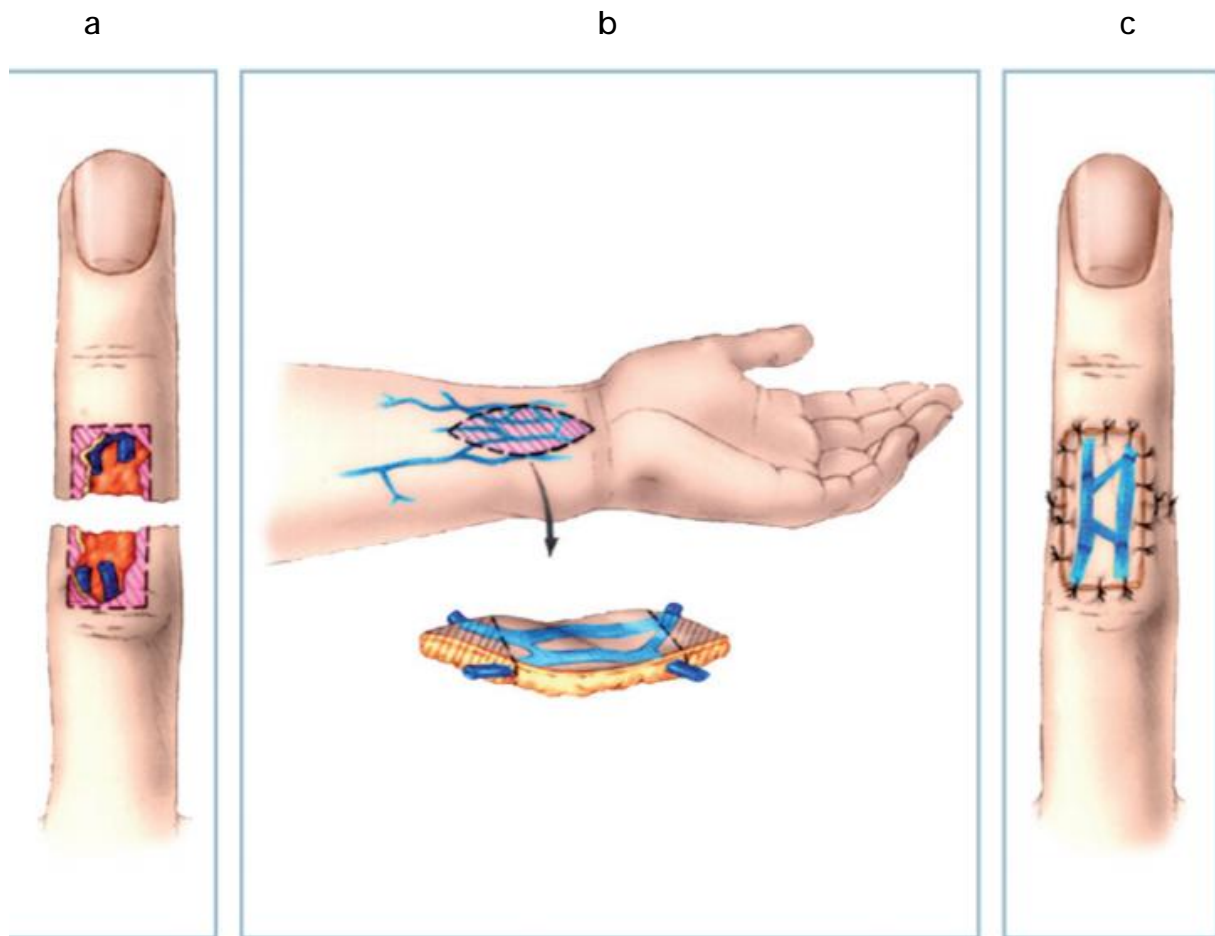


Figure 36 : Utilisation d'un lambeau libre veineux porte-veine dans le cadre des replantations distales (1).

a. Défect initial sur le doigt à replanter.

b. Prélèvement du greffon.

c. Réalisation des deux anastomoses proximale et distale après mise en place du lambeau. Le site donneur sur l'avant bras est fermé par suture primaire.

i- Pansement :

Un pansement gras est appliqué sur le doigt de manière non circonférentielle, recouvert de compresses humides disposées longitudinalement, qui aident au drainage en agissant par capillarité et évitent la macération. Un pansement cotonné est alors appliqué par une bande Velpeau lâche ; une attelle complète le tout, évitant toute sollicitation intempestive des tendons et vaisseaux réparés.

Ce pansement laisse un libre accès à la pulpe du doigt reposé en vue du monitoring postopératoire.

8- Période post opératoire :

a- conditionnement post opératoire :

En étudiant les différents protocoles post opératoires décrits en littérature, on constate que le schéma suivant est le plus adopté :

- Repos au lit, décubitus dorsal strict pendant 3 à 8 jours.
- Immobilisation par attelle dorsale en plâtre ; membre supérieur toujours surélevé et tenu au chaud par lampe chauffante protégée ou chaufferette scotchée sur le pansement.
- Administrations des antiagrégants plaquettaires, par voie orale, dose journalière entre 160mg et 1000mg et pendant une durée variable entre dix jours et mois.
- Usage de l'héparine à bas poids moléculaire à dose prophylactique pendant la période de repos strict, et à dose curative en cas de pontage veineux pour au moins 15 jours.
- La plupart des auteurs sont en accord sur l'inutilité des vasodilatateurs, surtout que La vasodilatation maximale sera obtenue par le bloc sympathique

induit par les anesthésiques locaux dans le cadre de l'analgésie postopératoire.

- Evaluation et traitement de la douleur.
- Une antibiothérapie prophylactique durant 7 à 10 jours.
- L'arrêt du tabac doit être très bien compris par le patient, avant même que la replantation ne soit entreprise.

b- Surveillance et monitoring :

Elle doit être faite à heures régulières par un personnel spécialisé.

Elle permet de détecter les ischémies artérielles (pâleur, froideur, disparition ou ralentissement du pouls capillaire, collapsus pulpaire) et les souffrances veineuses (turgescence, cyanose, accélération du pouls cutané), ainsi que d'apprécier la tonicité de la pulpe, sa capacité à se remplir spontanément lorsqu'on la déprime, qui est bon gage de sa vascularisation.

La mesure de la température cutanée est une aide à cette surveillance.

Cette mesure est aujourd'hui facilement accessible grâce aux thermomètres à infrarouges qui permettent de « scanner » la température cutanée à la recherche d'un niveau ischémique. Les mesures de SpO2 ou de lactates locaux apportent peu d'information par rapport à la surveillance clinique(53).

La surveillance biologique de l'hémoglobine doit être vigilante car la déperdition sanguine liée au traumatisme et à la replantation elle-même est importante.

9- Rééducation (54) :

Le but de la rééducation va être d'optimiser la fonction tout en protégeant les structures réparées qui sont en cours de cicatrisation.

A chaque réimplantation son protocole de rééducation : La complexité des lésions et des réparations lors d'une amputation fait qu'il est impossible de définir un protocole type. Le suivi de grandes lignes d'une stratégie de rééducation et surtout la communication entre les différents acteurs (chirurgiens, médecins rééducateurs, infirmiers rééducateurs, patients) permettra d'affiner et d'optimiser la rééducation.

La rééducation post opératoire commence en préopératoire avec la décision de réimplanter ou revasculariser. Le chirurgien devra toujours garder en tête lors de la procédure chirurgicale les objectifs de la rééducation à venir. Stratégie de rééducation et stratégie chirurgicale sont intimement liées.

La difficulté pour le rééducateur sera de trouver un subtil équilibre entre les phases de rééducation et la rééducation d'un doigt réimplanté peut vite devenir un casse tête :

- La peau est par exemple plus rapidement solide aux tensions que les tendons.
- Les fragments de fractures osseuses nécessitent compression et immobilisation, alors que les structures cartilagineuses se régénèrent mieux par le mouvement.
- Les tendons fléchisseurs et extenseurs doivent être mobilisés simultanément mais de façon différentes, sans mettre en danger l'un et/ou l'autre.

La règle d'or doit rester la mobilisation précoce ou immédiate, d'où l'importance des méthodes utilisées par le chirurgien et l'intérêt d'avoir une

ostéosynthèse solide, des sutures tendineuses mobilisables, des sutures nerveuses et vasculaires sans tensions.

Chaque patient réimplanté aura un programme individualisé selon différents facteurs :

- Nature de l'accident,
- Fractures, type, stabilité de la fixation osseuse.
- Mobilité articulaire et arthrodeèse.
- Qualité et tensions des tendons réparés (fléchisseurs et /ou extenseurs).
- Qualité et tension des réparations nerveuses.
- Qualité, tension et localisation des réparations artérielles.
- Qualité, tension et localisation des réparations veineuses.
- Couverture cutanée : blessure ouverte, lambeau cutané, greffe de peau.

Le traitement s'adaptera également à l'état de santé général du patient et aux lésions associées.

a- Principes d'une rééducation de doigts longs réimplantés :

§ J0 à J4 :

- élévation de la main et du membre supérieur pour favoriser le retour veineux.
- Interdiction d'exposition au froid, le patient doit rester dans une ambiance chaude.
- Le patient est informé sur les risques du tabac (vasospasmes).
- Surveillance cutanée : les pansements sont changés tous les jours pour nettoyer et désinfecter les plaies, surveiller la cicatrisation des tissus, et prévenir tout risque d'infection. Plus le pansement de main sera petit, plus la rééducation sera aisée. L'état cutané est inspecté minutieusement et le rééducateur préviendra tout point d'appui pouvant provoquer des abrasions

ou des lacérations du tissu cutané, spécialement lors des mains avec perte de sensibilité.

- Evaluation et traitement de la douleur.
- Une orthèse de protection palmaire ou dorsale est fabriquée. Elle ne devra pas interférer avec la vascularisation, notamment en comprimant les zones d'anastomoses vasculaires. Elle est fréquemment réajustée pour s'adapter à l'évolution de l'œdème et améliorer la mobilité articulaire.

§ J5 à J15 :

- Une orthèse de protection dorsale en position intrinsèque est préconisée. Sauf contre indication, le poignet est placé en position neutre ou à 20/30° d'extension, les MP sont en position 70 à 80° de flexion, IPD et IPP en extension.
- La première phase de la mobilisation protégée immédiate commence par une mobilisation passive du poignet. Le thérapeute accompagne le poignet pour utiliser l'effet ténodèse avec une flexion douce du poignet et extension automatique des IPP/IPD. L'extension active du poignet ramène passivement les doigts en flexion.
- Surveillance cutanée : elle est poursuivie lors des pansements quotidiens avec surveillance de tout signe d'infection.

§ J14 à J21 :

- La seconde phase de la mobilisation protégée immédiate débute par l'utilisation du placé tenu en passant de la position intrinsèque moins (MP en extension, IP en flexion) à la position intrinsèque plus (MP en flexion, IP en extension).
- Surveillance cutanée par pansement quotidien et surveillance de tout signe d'infection.

§ Semaine 3 à 4:

- Poursuite des exercices actifs et passifs en position de protection en dehors de l'attelle lors des séances.
- Mise en place de techniques de réduction de l'œdème par des drainages veineux, utilisation de coheban (la nuit) ou de gant de pressothérapie.
- Début de massage cicatriciel si la cicatrice est fermée. Utilisation des pansement siliconés ou de pâtes dentaires (pour les adhérences profondes) pour aplatir et affiner la cicatrice par macération et effet compressif.

§ Semaine 4 à 5 :

- Introduction des exercices actifs et passifs, poignet en position neutre.
- Début d'enroulement des doigts en flexion avec poignet en position neutre.

§ Semaine 5 à 6 :

- Début d'enroulement des doigts et du poignet en flexion. Exercice en extension.
- Exercices contre résistance légère.
- Début des exercices de cisaillement tendineux.
- Début des exercices fonctionnels.
- Introduction des orthèses dynamiques selon l'indication.
- Port d'un orthèse de posture nocturne en cas de faiblesse des fléchisseurs.

§ Semaine 6 à 12 :

- Sevrage progressif de l'orthèse de protection à 6 semaines, sauf dans les lieux public.
- Poursuite des exercices fonctionnels.
- Introduction progressive d'exercices contre résistance après 8 semaines.
- Evoluer progressivement vers des exercices de renforcement.

§ Semaine 12 à 4 mois :

- Dans la mesure du possible, et en fonction du site d'amputation, du patient et de sa profession, début de mise en situation professionnelle, puis réintégration de la personne à son domicile et à son travail initial ou à un poste adapté.
- Poursuite du travail dynamique en flexion et extension pour améliorer la mobilité.
- Evaluation de la sensibilité toutes les 5 à 6 semaines.

b- Principes d'une rééducation du pouce réimplanté :

§ J3 à J5 :

- Au moment du changement de pansement, une attelle de protection du pouce est fabriquée avec poignet en position neutre. Le pouce est en abduction sans tension sur les structures réimplanté. Si les fléchisseurs et les extenseurs du pouce sont touchés, on privilégiera les fléchisseurs.
- Soins des plaies et pansements quotidiens.

§ J5 à J14 :

- Début de mobilité active et passive douce du poignet (10 à 15 degré de flexion, de l'extension à position neutre).
- Début de mobilisation passive de l'articulation trapézo-métacarpienne si les sutures sont sans tensions.
- Début de mobilisation active de l'articulation trapézo-métacarpienne selon les progrès en passif.
- Début de mobilisation passive en flexion des articulations MCP et IP, extension active des MCP et IP jusqu'aux limites de l'orthèse.

§ Semaine 3 à 4 :

- Début de mobilisation active des articulations MCP et de l'IP en flexion et en extension jusque la limite de l'orthèse.

- Après ablation des fils, si la cicatrice est solide, début des massages cicatriciels. Utilisation des pansements siliconés ou de pâtes dentaires (pour les adhérences profondes) pour aplatir et affiner la cicatrice par macération et effet compressif.
- Début du drainage veineux, l'application de cohéban ou de gant de pressothérapie selon les consignes du chirurgien.

§ Semaine 4 à 5 :

- Début des mobilisations passives et actives au delà de la position neutre du poignet.
- Début des mouvements analytiques des articulations TM, MCP et IP du pouce.

§ Semaine 5 à 6 :

- Début des électrostimulations.
- Les exercices contre légère résistance sont introduits.
- Début des exercices fonctionnels.
- Sevrage progressif de l'orthèse de protection à 6 semaines, sauf dans les lieux public.

§ Semaine 6 à 12 :

- Mise en place d'orthèse dynamique en cas de raideur articulaire
- Mise en place d'une orthèse d'ouverture de 1ère commissure en cas de besoin.
- Augmentation progressive des exercices contre résistance à 8 semaines.
- Début des exercices de rééducation sensitive et de desensitisation.

§ Semaine 12 et plus :

- Début de mise en situation professionnelle, puis réintégration de la personne à son domicile, à son travail initial ou à un poste adapté.
- Poursuite des exercices de rééducation sensitive et de desensitisation.

VII- Evolution :

1- Complications :

a- Complications précoces (1,55, 56) :

La période des 72 premières heures postopératoires est la plus propice à la survenue de complications. Une reprise chirurgicale n'aura de chance d'être couronnée de succès que si la réintervention est précoce, quatre heures au maximum après l'apparition des premiers signes d'ischémie ou de stase veineuse.

L'ischémie par insuffisance de perfusion artérielle se traduit par une pâleur du doigt replanté, le pouls capillaire se ralentit et finit par disparaître totalement, la pulpe, lorsqu'on la déprime ne se remplit pas ou très lentement ; la température cutanée chute.

L'insuffisance veineuse se traduit par une cyanose marquée faisant suite à une phase où seule une accélération du pouls capillaire était décelable. Des pétéchies peuvent apparaître. Une augmentation transitoire de la température locale est possible suivie d'une chute rapide. En l'absence d'amélioration ou de réintervention, l'augmentation de la pression veineuse, la stase circulatoire, vont retentir sur la perfusion artérielle qui se ralentit puis s'arrête.

Il est rare qu'une reprise chirurgicale soit couronnée de succès lorsqu'elle intervient à ce stade de l'arrêt de perfusion artérielle faisant suite à un problème veineux initial.

Tout d'abord les causes locales doivent être éliminées au lit du malade par le chirurgien responsable (compression du pansement, points à lâcher) avant de renvoyer le malade au bloc opératoire.

L'exploration chirurgicale identifie la cause vasculaire, qu'elle soit d'origine extrinsèque (hématome compressif) ou intrinsèque c'est-à-dire liée à un vaisseau lui-même ou à une anastomose vasculaire (artères, veines, pontages, etc.).

b- Complications tardives :

Les complications tardives sont nombreuses, nécessitant parfois des reprises chirurgicales multiples dont le patient doit être averti avant la décision de replantation (57).

Ces complications sont:

- § L'infection
- § La nécrobioses musculaire
- § La nécrose partielle
- § L'état de choc
- § L'insuffisance rénale aiguë
- § La pseudarthrose
- § L'ankylose articulaire
- § L'algodystrophie
- § La cicatrice hypertrophique
- § La fistule artério veineuse
- § Le pseudo anévrisme.

Parmi les complications accessibles à la rééducation :

- L'intolérance au froid : Elle n'est pas exceptionnelle et rarement de courte durée. Habituellement, elle s'améliore au-delà de la troisième année. Elle concerne les lésions mixtes vasculo-nerveuses et s'explique par une réponse excessive du système sympathique de la circulation périphérique à une exposition au froid (58).

- Raideur : Apanage quasi inévitable des replantations, elle est à la fois d'origine articulaire et tendineuse. Elle est favorisée par l'écrasement, l'ischémie tissulaire, l'œdème et l'immobilisation. La conséquence est la production d'une véritable colle biologique qui fixe les structures mobiles (ligaments et les tendons) sur les structures fixes (squelette). (59, 60)
- Exclusion corticale : Malgré toutes les précautions prises, les troubles d'utilisation post-traumatique du doigt peuvent persister. Ils peuvent être secondaires à un névrome sur le moignon d'amputation ou à une limitation d'amplitude gênante lors de la préhension d'objet(61).

Tableau10: répartition des complications les plus fréquentes selon la littérature

Auteur	N de cas	Thrombose	raideur	Atrophie pulpaire	sensibilité au froid	paresthésie
J. Brava - Silva (32)	85	17.64%	23.46%	NM	NM	NM
Dos Rémédios C (36)	46	34.78%	26%	4.34%	13%	4.34%
Hattori Y (37)	64	23.43%	29.68%	22%	19%	NM
Chai et al. (38)	24	25%	NM	NM	NM	NM
Hoang NT (39)	46	8.69%	26.8%	10.86%	NM	NM
Notre série	18	27.77%				

NM : non mentionné

2- Régularisation secondaire :

Tableau 11: répartition du succès de la replantation selon la littérature

Auteur	Nombre de cas	Succès	Régularisation secondaire
J. Brava – Silva (32)	85	85.89%	14.11%
Lima Neto (33)	65	63.07%	36.92%
Chaivanichsiri and rattanasrithong(34)	130	88.46%	11.53%
Heinstein and Cook (35)	57	52.64%	47.36%
Dos Rémédios C (36)	46	63%	37%
Hattori Y (37)	64	84.38%	15.62%
Chai et al. (38)	24	91.66%	8.33%
Hoang NT (39)	46	91.3%	8.7%
Notre série	18	72.22%	27.77%

Malgré la variabilité des résultats, la replantation digitale connaît en général une bonne évolution.

Tableau12 : répartition des régularisations selon le mécanisme lésionnel :

Auteur	Nombre de régularisation	Section franche	Ecrasement	Arrachement
J. Brava – Silva (32)	12	–	–	100%
Chaivanichsiri and rattanasrithong(34)	5	40%	60%	–
Heinstein and Cook(35)	27	37%	22.22%	40.74%
Dos Rémédios C (36)	17	52.94%	47.05%	–
Hattori Y (37)	10	30%	50%	20%
Chai et al. (38)	2	–	50%	50%
Hoang NT (39)	4	–	75%	25%
Notre série	5	–	100%	–

En étudiant les mécanismes lésionnels, on constate que les amputations par écrasement ou arrachement sont les plus incriminés dans les échecs de la replantation digitale.

Ils représentent un facteur de mauvais pronostic de la survie de la replantation digitale (33).

Tableau 13 : répartition des régularisations selon le niveau de section :

Auteur	N de régularisation	Zone I	Zone II	Zone III	Zone IV
J. Brava – Silva (32)	12	–	66.66%	33.33%	–
Lima Neto (33)	24	29.16%	58.33%	12.5%	–
Chaivanichsiri and rattanasrithong(34)	5	40%	60%	–	–
Dos Rémédios (36)	17	11.76%	–	58.82%	29.41%
Hoang NT (39)	4	25%	75%	–	–
Notre série	5	40%	–	–	60%

En étudiant la répartition des régularisations selon le niveau lésionnel, on observe que les résultats sont variables d'une étude à une autre. Toutefois, on remarque que plus la lésion est proximale, moins sont les régularisations.

3- Evaluation fonctionnelle :

L'objectif final de la replantation digitale ne doit pas se limiter à une restitution anatomique de doigts dévascularisés car le pronostic à moyen et long terme est la fonction du doigt revascularisé.

Evaluation de la mobilité active par la Mobilité Active Totale (TAM) :

La mobilité active totale (T.A.M.) a été créée par la société américaine de chirurgie de la main, c'est une méthode simple d'évaluation des chaînes poly-articulaires des doigts qui correspond à la somme des flexions actives des 3 articulations du doigt à laquelle est retiré les déficits d'extension active (D.E.A) des ces mêmes articulations. Elle est ramenée à un pourcentage calculé en comparaison au côté controlatéral ou à une valeur TAM de référence de 260°.

$$TAM = (Flexion (MCP+IPP+IPD) - D.E.A) \times 100/260$$

Le pourcentage donne une estimation du résultat :

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

L'Evaluation de sensibilité de protection par les mono filaments de Semmes Weinstein :

Il s'agit d'un test simple, standardisé, quantifié, reproductible et validé pour explorer la sensation tactile de préhension, et permet aussi de préciser la qualité de récupération (repousse) et de maturation du système nerveux périphérique après traumatisme ou suture nerveuse.

Il s'agit d'un ensemble de mono filaments de nylon calibrés pour fléchir sous une certaine pression en fonction de leur longueur et de leur diamètre. Le patient ne doit pas voir ce que l'examineur fait. L'examineur applique l'extrémité du

filament la face dorsale et palmaire des doigts. Il commence par le filament le plus fin et augmente le calibre jusqu'à ce que le patient ressente la présence du filament. Lors de l'examen, on applique une pression constante pour faire apparaître une courbure du filament. Le résultat est considéré positif si la valeur obtenue (qui correspond au mono filament que le patient ressent) est supérieure au filament de calibre 2.83. La peau épaisse ou calleuse peut avoir un seuil plus élevé (Sensibilité = 0.79 à 0.81; spécificité = inconnue) (62).

L'évaluation de sensibilité par test de discrimination 2 points (Weber) :

Ce test a pour but d'évaluer la discrimination de 2 points immobiles. Le seuil de discrimination tactile est la plus petite distance séparant 2 stimulations simultanées qui sont localisées et perçues séparément. Plus la distance entre 2 points ressenties est faible, plus la discrimination deux points est précise. Seules les pulpes sont testées. Une ou 2 pointes sont placées perpendiculairement sur la pulpe du doigt, la pression s'arrête au blanchiment de la peau. Le patient doit préciser s'il sent une ou deux pointes (63).

Bilan fonctionnel de 400 points :

C'est le bilan fonctionnel le plus utilisé car objective l'évolution de la fonction, souligne les progrès et marque l'intérêt de la poursuite des efforts entrepris dans un objectif précis. Il réalise une évaluation chiffrée de l'utilisation de la main lésée grâce à l'observation de 57 activités courantes. Il se compose de quatre épreuves, notées chacune sur 100 points :

- Mobilité de la main.
- Force de préhension.
- Prise mono manuelle.
- Déplacement d'objets.

Le bilan de 400points a le double avantage de donner un score global de la performance tout en « pointant » de façon spécifique le secteur déficitaire, et d'orienter ainsi le traitement adéquat. Il est complété par trois tests destinés à mesurer la dextérité manuelle et l'endurance.

Tableau : succès fonctionnel selon la littérature

Auteur	Nombre de survie	Succès fonctionnel
Dos Rémédios C (36)	29	31%
Hattori Y (37)	54	63%
Chai et al. (38)	22	90.90%
Hoang NT (39)	42	76.19%
Suzuki et al	16	84.3%
Matsuzaki et al	13	92%
Notre série	13	61.5%

Dans notre série, nous avons observé 61.5% de succès fonctionnel en cas de survie de la revascularisation digitale, ce qui concorde avec la littérature.

L'objectif final de la revascularisation digitale ne doit pas se limiter à une restauration anatomique de doigts dévascularisés. Mobilité, sensibilité et fonctionnalité sont les fondements même du succès d'une revascularisation.

Et chaque acteur (chirurgien, rééducateur et patient) participant à la restauration de ces 3 piliers doit en faire sa priorité.

CONCLUSION

De son accident à sa réinsertion dans la société, le parcours d'un patient dont le ou les doigts dévascularisés ou amputés représente le fruit d'une concertation et d'un travail d'équipe.

Chaque étape de ce long parcours n'est que question de choix et de priorité.

Une réimplantation ou une revascularisation de doigts reste un geste exceptionnel et les choix de chirurgie et de rééducation doivent s'adapter au cas par cas. La multiplicité des tissus et systèmes impliqués lors d'une réimplantation en fait sa spécificité. Il n'existe pas de recette tout faite, simplement des grands principes.

La microchirurgie a considérablement fait progresser le succès de ces procédures, et même si l'acte de rattacher un fragment amputé au reste du corps a une symbolique forte, on ne doit pas perdre de vue que le but ultime de ce geste est de permettre au patient de retrouver une main utile dans ses gestes quotidiens.

Ainsi, la question n'est plus seulement comment assurer la viabilité du doigt réimplanté ou revascularisé, mais surtout pour quel gain fonctionnel par rapport à la régularisation ?

RESUMES

Résumé

Introduction :

Les dévascularisations des doigts représentent une part importante des urgences de la main. Elles regroupent toute atteinte pédiculaire survenue lors d'une amputation totale, une amputation partielle ou plaie bi pédiculaire. Le choix des indications thérapeutiques est en fonction de la nature des lésions et des possibilités des techniques locales. Les techniques microchirurgicales représentent le moyen de réparation de choix. Cependant une prise en charge pluridisciplinaire est nécessaire pour optimiser les résultats escomptés.

Matériels et méthodes :

Il s'agit d'une étude rétrospective descriptive concernant 14 patients pris en charge au service de traumatologie-orthopédie B au CHU Hassan II de Fès pour dévascularisation, sur une période comprise entre juin 2013 et janvier 2015.

Discussion et résultats :

Tous les patients étaient de sexe masculin avec un âge moyen de 26.5 ans [18 - 35ans]. Les étiologies étaient dominées par les agressions par arme blanche et le mécanisme lésionnel était le plus souvent par section franche.

Nous avons opéré ces patients selon le procédé classique de revascularisation digitale. Parmi les 18 revascularisations, huit revascularisations digitales ont favorablement évolué sans chirurgie de reprise et sans complication secondaire précoce et tardive.

Cinq revascularisations ont été secondairement régularisées, dont le mécanisme lésionnel était par écrasement dans quatre cas. Cependant, le taux de succès fonctionnel était de 61,5 %.

Conclusion :

Beaucoup d'éléments conditionnent le résultat final de la revascularisation ; des circonstances de survenue jusqu'aux techniques chirurgicales. Sans omettre les soins et la rééducation postopératoire.

Toutefois, si la revascularisation digitale est désormais de pratique courante, il faut bien différencier le succès vasculaire du succès fonctionnel.

Summary

Introduction:

The devascularization of the fingers represents an important part of hand's emergencies. They include any vascular damage that occurs during total amputation, partial amputation or pedicular wound. The choice of therapeutic indications depends on the nature of the injuries and the multiples local techniques. Microsurgical techniques represent the mean of repair of choice. However, multidisciplinary care is needed to optimize the expected results.

Materials and methods:

This is a descriptive retrospective study of 14 patients treated in the traumatology-orthopedics department B at the Hassan II medical center hospital of Fez for dévascularisation, between June 2013 and January 2015.

Discussion and results:

All patients were male with an average age of 26.5 years [18 – 35years]. The etiologies were dominated by stabbing wounds and the lesional mechanism was most often by clean cut. We operated these patients according to the classical method of digital revascularization. Among the 18 revascularizations, eight digital revascularizations have favorably evolved without second surgery and without early or late complications. Five revascularizations were secondarily amputated, the lesional mechanism of which was crushing in four cases. However, functional success rate was 61.5%.

Conclusion:

Many factors condition the end result of revascularization; from the circumstances of occurrence to surgical techniques. Not to mention postoperative care and rehabilitation.

However, if digital revascularization is now common practice, vascular success must be differentiated from functional success.

مطابق

المقدمة:

يشكل قطع أوردة الأضابغ إحدى أهم مسببات تعطلاتنا، تعطلت ليدفعها تشلجهم يلغزواع الإصبات العنقوية التي تحدث خلال والدك باتركاملة أولجذوية أو الإصبات الخفضية بييسب تلذخ تيوسيلة العلاج لمي بيعة الإصبات توقذيك لجر الحظممكونة علأبو يكرور الحظلمرا ليققر جعية في لعلاج . مفع لك، من الضروري هج عامية عددة لتخصالتحاسلين تالنج توقعه .

المواد و الطق:

هذه والسقمعادية صفية ل 14 مرضي بصد لحة جراحة لعظام والمفطلى (ب) للمركر ألس تشفا اللمعال لاسلثا ني بقبلعانون من قطع أوردة الأضابغ خلالمدتقم تدمابيين نيو 2013 ويناير 2015 .

المنافقة ولنتائج:

جميعا لمضى ذكور وم توسطلا عمر كلن 26.5 سنة [18ء 35 سنة و] به يمنه للهس ببت الاع تدابما لسلح الأبيض في أغلبالأديلكانت لآية الإصابة لظاع لدقيق وفنجر يععم ليلية لجر احة باس تخذالظلمرا ليققر تب علاعاد قوعى الأضابغ . من بين 18 حالة، كلن لظلمرا لجر احة تي فثيما ني حالات نون جر احظما فية أو ضدلعلق بكرة أو نظرة . تم ترالجد بع في خمس حالاتو في أربعه كانت لآية الإصابة لسخ . وقد كلن معال ل نجالحوظ يفى 61.5%.

الذاتمة:

هانكعد يداملعو الملمتي تاحلندتالنجها نية لإعادة توعى؛ من ظرف قطع الأوردها للتيقذيك لجر احيته باهيك لعل علاجت و حصل للملغ يائي . لكن، مع أن إعادة توعى لم بحسنا نعة، إلا انه لجلبتم يوبلن ل نجالحوعا نيو اول نجالحوظ يفى .

BIBLIOGRAPHIE

1. Dautel G.
La main traumatique 1.l'urgence. Chapitre 8.
2. Kocher MS.
History of replantation: from miracle to microsurgery.
World J Surg. 1995; 19(3):462-7.
3. Douglas B, Foster JH.
Union of severed arterial trunks and canalization without sutures or prosthesis.
Ann Surg. 1964; 157:944.
4. Malt RA, McKhann C.
Replantation of several arms. JAMA. 1964; 189:716-22.
5. Tamai S.
The history of microsurgery. In: Tamai S, Usui M, Yoshizu T, editors.
Experimental and clinical reconstructive microsurgery. Tokyo: Springer; 2003.
p. 3-24.
6. Jacobson JH, Suarez EL.
Microsurgery and anastomosis of the small vessels.
Surg Forum. 1960 ; 11:243.
7. Kleinert HE, Kadsan ML, Romero JL.
Small blood vessel anastomosis for salvage of severely injured upper extremity.
J Bone Joint Surg [Am].1963; 45: 788.
8. Komatsu S, Tamai S.
Successful replantation of a completely cutoff thumb: case report. Plast
Reconstr Surg. 1968;42: 374-7.
9. American Replantation Mission to China. Replantation surgery in China. Report
of the American Replantation Mission to China. Plast Reconstr Surg. 1973;
52(5):476-89.

10. ChinMed J Replantation of severed fingers. Clinical experiences in 217 cases involving 373 severed fingers. ChinMed J (Engl). 1975;1(3):184–96.
11. Braga-Silva J.
Single digit replantations in ambulatory surgery. 85 cases. Ann Chir Plast Esthet. 2001;46(2):74–83.
12. Chung-Wei C, Yun-Qing Q, Zhong-Jia Y.
Extremity replantation. World J Surg. 1978;2(4):513–24.
13. Kleinert HE, Jablon M, Tsai TM.
An overview of replantation and results of 347 replants in 245 patients. J Trauma. 1980; 20(5):390–8.
14. May Jr JW, Toth BA, Gardner M.
Digital replantation distal to the proximal interphalangeal joint. J Hand Surg [Am]. 1982; 7(2):161–6.
15. Tamai S.
Twenty years' experience of limb replantation—review of 293 upper extremity replants. J Hand Surg [Am]. 1982; 7 (6):549–56.
16. Zumiotti A, Ferreira MC.
Replantation of digits: factors influencing survival and functional results. Microsurgery. 1994; 15(1):18–21.
17. Morrison WA, McCombe D.
Digital replantation. Hand Clin. 2007; 23(1):1–12.
18. Walaszek I, Zyluk A.
Long term follow-up after finger replantation. J Hand Surg Eur Vol. 2008; 33(1):59–64.

19. Dubert T., Masméjean E.
Plaies de la main, cahiers d'enseignement de la SOFCOT.
2006 février Masson SAS.
20. Mitsuo Yoshimura
« Indications & Limits of Digital Replantation » – Journal of Japanese Medical Association (Vol. 126, n°11, 2001, pages 1532-1536)
21. G. DAUTEL, S. FAIVRE.
Replantation digitale du membre supérieur
EMC 2006 : Elsevier Masson 44-380.
22. Barbary S, Dap F, Dautel G.
Finger replantation: surgical techniques and indications.
Chir Main. 2013 Dec; 32(6):363-72.
23. Honda T, Nomura S, Yamauchi S, Shimamura K, Yoshimura M. The possible applications of a composite skin and subcutaneous vein graft in the replantation of amputated digits.
Br J Plast Surg 1984; 37(4): 607-612.
24. Lucas GL.
The pattern of venous drainage of the digits.
J Hand Surg 1984; 9A: 448-450.
25. Kamei K, Sinokawa Y, Kishibe M.
The venocutaneous fistula: a new technique for reducing venous congestion in replanted fingertips.
Plast Reconstr Surg 1997; 99(6): 1771-1774.
26. ANDRE JM, XENARD J, GABLE C, PAYSANT J.
Rééducation de la sensibilité de la main. Encycl Méd Chir (Elsevier, Paris), Kinésithérapie-Rééducation fonctionnelle, 26-064-A-10, 1995 1-9

27. IGLESIAS M, SERRAUD A.
Replantation of amputated segments after prolonged ischemia.
Plast Reconst Surg 1990 ; 85 : 425-9.
28. NUGASE T, SEKIGUCHI J, OHMORI K.
Finger replantation in a 12 month-old child: a long-term follow up.
Br J Plast Surg 1996; 49: 555-8.
29. CHEN ZW, MEYER VE, KLEINERT HE, BEASLEY RW.
Present indications and contra indications for replantation as reflected by long term functional result. Orthop Clin North Am 1981;12:849-870
30. KLAPHEKE MM, MARCELL C, TALIAFERRO G, CREAMER B
Psychiatric assessment of candidates for hand transplantation.
Microsurgery, 2000, 20: 453-457
31. ISKANDAR H, RAKOTONDRIAMIHARY S, DIXMERIAS F, BINJE B, MAURETTE P.
Analgésie par bloc axillaire continu après chirurgie des traumatismes de la main : auto-administration versus injection continue.
Ann Fr Anesth Réanim 198 ; 17 : 1099-103.
32. Braga-Silva J.
Les réimplantations unidigitales en ambulatoire: à propos de 85 cas cliniques.
Ann Chir Plast Esthet. 2001 Apr;46(2):74-83.
33. Lima Neto JQ, De Carli A, Nakamoto HA, Bersani G, Crepaldi BE, Rezende MR.
Prognostic factors on survival rate of fingers replantation.
Acta Ortop Bras. [online]. 2015;23(1):16-8.
34. Chaivanichsiri P et Rattanasrithong P.
Type of injury and number of anastomosed vessels: Impact on digital replantation. Microsurgery 2006; 26(3):151-4.

35. Heistein JB, Cook PA.
Factors affecting composite graft survival in digital tip amputations. *Ann Plast Surg.* 2003; 50:299Y303.
36. Dos Remedios C, Leps P, Schoofs M.
Résultats de 46 replantations digitales. À un an de recul minimum.
Chir Main 2005;24(5):236-42.
37. Hattori Y, Doi K, Ikeda K, et al.
Significance of venous anastomosis in fingertip replantation. *Plast Reconstr Surg.* 2003; 111:1151Y1158.
38. Hoang NT.
Microsurgical finger replantation in Hanoi, Vietnam: Our first experience.
Handchir Mikrochir Plast Chir 2005;37(5):337-43.
39. ROSE HE.
Revascularisation of digits after prolonged warm ischemia.
Plast Reconst Surg 1988 ; 4, 2 : 137-8.
40. PEDOWITZ RA.
Tourniquet induced neuromuscular injury.
A recent review of rabbit and clinical experiments. *Acta Orthop Scand* 1991 ; 245 : 1-33.
41. S. RAKOTONDRIAMIHARY, L. DE CONINCK, P. MAURETTE
Reimplantation du membre.
Conférences d'actualisation 1999, p. 625-630. Elsevier, Paris, et SFAR
42. SAPEGA AA, HEPPENSTALL RB, SOKOLOW D.
Optimizing tourniquet application and release times in extremity surgery.
J Bone Joint Surg 1985 ; 67

43. SUTHERLAND IDB.
Continuous sciatic nerve infusion: expanded case report describing a new approach.
Reg Anesth Pain Med 1998 ; 23 : 496-501
44. SMITH BE, FISHER HBJ, SCOTT PV.
Continuous sciatic nerve block.
Anesthesia 1984 ; 39 : 155-7.
45. Foucher G, Sammut D.
Preoperative cooling and storage of amputated digits.
J Reconstr Microsurg 1990 ; 6(1) : 71.
46. Brown ML, Wood MB.
Techniques of bone fixation in replantation surgery.
47. Nunley JA, Goldner RD, Urbaniak JR.
Skeletal fixation in digital replantation
Use of the "H" plate. Clin Orthop Relat Res 1987 ; 214 : 66-71.
48. Pho RWH, Chacha PB, Yeo KQ.
Rerouting vessels and nerves from other digits in replanting an avulsed and degloved thumb. Plast Reconst Surg 1979 ; 64 : 330-335.
49. LAHLAIDI A.
Anatomie topographique des membres Livre Ibn Sina, Rabat 1986 ; 1.
50. Martin DL, Kaplan IB, Kleinert JM.
Use of a reverse cross-finger flap as a vascularized vein graft carrier in ring avulsion injuries.
J Hand Surg [Am] 1990; 15(1) : 155-159.
51. Foucher G, Norris RW.
The venous dorsal digital island flap or the "neutral" flap.
Br J Plast Surg 1988 ; 41(4) : 337-343.

52. Tsai TM, Matiko JD, Breidenbach W, Kutz JE.
Venous flaps in digital revascularization and replantation.
J Reconstr Microsurg 1987 ; 3(2) : 113-119
53. Lu SY, Chiu HY, Lin TW, Chen MT.
Evaluation of survival in digital replantation with thermometric monitoring. J
Hand Surg Am 1984; 9:805-9.
54. JEANPIERRE Matthieu, Réimplantations digitales.
Mémoire 2003 ; Faculté de médecine de Grenoble.
55. G. DAUTEL, S. FAIVRE.
Replantation distale du membre supérieure
EMC 2006 : Elsevier Masson44-378
56. MEULI-SIMMON C, EIMAN T, ALPERT BS, MEYER VE, BUNCKLE GM, BUNCKE H
Fibromuscular proliferation in finger arteries after hand replantation: a case
report. Microsurgery 1996 ; 17 : 551-4.
57. MAY J.W, ATKINSON R. and ROSEN H.
Traumatic arteriovenous
J. Reconstruct. Microsurg, 1997, 13 : 423-9.
58. BROWN FE, JOBE JB, HAMLET M, RUBRIGHT A.
Induced vasodilatation in the treatment of posttraumatic digital cold
intolerance.
J Hand Surg 1986 ; 382-387
59. FOUCHERG, GREANTPH, EHRLER S, BUCHN.
Apport de l'orthèse dans le traitement des raideurs de la main
Main Méd Orthop1997 ; 34 : 378-385

60. BRAND P.

The forces of dynamic splinting - ten questions before applying a dynamic splint to the hand in rehabilitation of the hand.

St Louis : CV Mosby, 1984 : 847-852

61. BEIS JM, VIEHL BENMERIDA A, GAVILLOT C, ANDRE JM, MERLE M.

Les phénomènes d'exclusion séquentaire de la main et des doigts dans la table ronde « rééducation du système nerveux périphérique - prise en charge des déficiences et handicaps » GEM.

Paris 1997. Rev Main

62. BOUCHER A, CUILLERT J. Anatomie topographique, descriptive et fonctionnelle.

Le membre supérieur.

63. ELSEVIER

Applied anatomy of the wrist, thumb and hand 2013-e102