



جامعة سيدي محمد بن عبد الله
Université Sidi Mohamed Ben Abdellah

Royaume du Maroc المملكة المغربية

كلية الطب والصيدلة
FACULTÉ DE MÉDECINE ET DE PHARMACIE

Année 2019

Thèse N° 104/19

La microchirurgie en chirurgie réparatrice : aspects théoriques et cas cliniques
Expérience du Service de Chirurgie Plastique et Réparatrice
de l'Hôpital Militaire Moulay-Ismaïl de Meknès
(à propos de 9 cas)

THESE

PRESENTEE ET SOUTENUE PUBLIQUEMENT LE 14/05/2019

PAR

M.FAREH Mohammed

Né le 23 Novembre 1991 à Oujda

POUR L'OBTENTION DU DOCTORAT EN MEDECINE

MOTS-CLES :

La microchirurgie – les lambeaux – Suture nerveuse

JURY

| | |
|---|------------|
| M. HACHIMI MOULAY AHMED..... | PRESIDENT |
| Professeur agrégé d'Anesthésie réanimation | |
| M. MOUSSAOUI ABDENACER..... | RAPPORTEUR |
| Professeur de Chirurgie réparatrice et plastique | |
| M. TRAIBI AKRAM..... | } JUGES |
| Professeur agrégé de Chirurgie thoracique | |
| M. ENNOUHI MOHAMED AMINE..... | |
| Professeur agrégé de Chirurgie réparatrice et plastique | |

PLAN

| | |
|--|-----------|
| Introduction | 4 |
| Matériels et méthodes / cas clinique | 7 |
| Discussion | 33 |
| I. Historique | 34 |
| II. Anatomie appliquée à la chirurgie réparatrice | 37 |
| A. Anatomie cutanée | 37 |
| B. vascularisation cutanée | 38 |
| III. Base physiologique de la microcirculation | 45 |
| IV. Matériels et instruments de la microchirurgie..... | 51 |
| 1. Le microscope..... | 51 |
| 2. La boîte d'instrument | 51 |
| 3. Les fils et les aiguilles | 52 |
| V. La microchirurgie en chirurgie plastique | 54 |
| A- En urgence..... | 54 |
| 1. Réimplantation..... | 54 |
| a. La réimplantation digitale | 55 |
| b. La réimplantation de l'oreille | 61 |
| c. La réimplantation de la lèvre | 64 |
| 2. La revascularisation..... | 67 |
| •Revascularisation par suture directe..... | 68 |
| •Revascularisation par pontage veineux..... | 68 |
| 3. La suture nerveuse | 70 |
| •Anatomie nerfs périphérique..... | 70 |
| •Anatomopathologie : classification des lésions nerveuse | 70 |
| •Physiopathologie : dégénérescence /régénérescence..... | 71 |

| | |
|---|-----------|
| •Réparation nerveuse en urgence | 71 |
| B- En chirurgie programmée | 78 |
| Essentiellement les lambeaux libres | 78 |
| •Définition | 78 |
| •Lambeau à distance | 79 |
| •Lambeau microchirurgicaux | 81 |
| •Exemple des lambeaux utilisés à distance | 82 |
| VI. La microchirurgie à l'hôpital de notre contexte : aléas et perspective..... | 83 |
| Conclusion | 84 |
| Résumé | 86 |

INTRODUCTION

La microchirurgie reconstructrice ou réparatrice est une avancée technique majeure dans le domaine de la chirurgie plastique.

La microchirurgie est devenue une pratique incontournable dans plusieurs spécialités chirurgicales et médico-chirurgicales.

Elle a pour fonction de traiter une très grande variété de pertes de substances tissulaire (peau, muscles, tendons, nerfs, vaisseaux, os, etc.) causée par des traumatismes, des malformations ou par le traitement chirurgical d'un cancer.

La microchirurgie est alors une discipline exigeante, qui a ouvert des voies inédites, et des horizons nouveaux en reconstruction. Le pronostic vital et fonctionnel, de nombreuses pathologies s'en sont trouvés révolutionnés.

Pour exemple, en cancérologie, l'agressivité de la tumeur, oblige à ne pas seulement enlever la lésion, mais aussi une marge de sécurité, et donc une quantité importante de tissus sains. L'impossibilité technique, de réaliser la reconstruction de pertes de substances aussi importantes, était un frein à la chirurgie du cancer, et certaines tumeurs étaient considérées comme inextirpables, par absence de solution de reconstruction adaptée. En effet les séquelles d'une chirurgie sans reconstruction, étaient telles, qu'elles entraînaient une perte de qualité de vie inacceptable. Avant l'avènement de la microchirurgie, et de la nouvelle conceptualisation de l'anatomie micro-vasculaire, les reconstructions étaient basées sur des lambeaux pédiculés de voisinage, emportant souvent du muscle, qui permettaient de combler les pertes de substances, mais pas toujours de la manière la plus adaptée.

Or la microchirurgie vasculaire a permis de s'amender du caractère locorégional de la reconstruction, et a permis de sélectionner à la demande, à distance de la perte de substance, le tissu le plus adapté par ses qualités (surface, volume, surface, résistance à l'infection...), tout en épargnant des structures fonctionnellement importantes.

Enfin en traumatologie la réimplantation de membres, ou d'unités faciales, a permis à des patients de recouvrir une qualité de vie bien supérieure aux techniques de reconstruction conventionnelles.

De nombreuses disciplines impliquées en reconstruction ont recours aux techniques de microchirurgie : les anastomoses microchirurgicales artérielles, veineuses, lymphatiques et nerveuse, qui demandent des qualités techniques et des compétences pointues.

MATERIELS ET METHODE /
ILLUSTRATION PAR CAS CLINIQUE

Cas n°1

Un patient de 55 ans qui présente un Histiocytome fibreux du tiers inférieur droit de la paroi abdominale antérieure.



La première opération a été réalisée sous anesthésie. Il visait à récolter un libre ipsilatéral lambeau de latissimus dorsal myocutané. Les mesures de la palette de peau étaient 170 mm x 90mm qui a rendu le défaut apte à la fermeture primaire.



Image n°1: Conception des volets. Palette de peau (170 mm x 90 mm) recouvrant le muscle grand dorsal

Iconographie : service chirurgie plastique HMMI

Au même moment, une deuxième équipe chirurgicale était préparer les vaisseaux fémoraux superficiels pour un termino-anastomose latérale réalisée avec du 9/0 sutures discontinues prolènes. Le lambeau myocutané elle-même a été suturée à l'abdomen à une distance de la tumeur et plié sur son plus grand axe à la manière d'un "chiffre d'affaires pomme".



Image n°2 : Après anastomose vasculaire en utilisant les vaisseaux fémoraux superficiels.

Iconographie : service de chirurgie plastique HMMI

La deuxième opération a eu lieu deux semaines après la première. L'excision transfixiante de la tumeur a ensuite été réalisée sous anesthésie générale. Il a laissé un défaut d'épaisseur totale du côté droit de la paroi abdominale antérieure

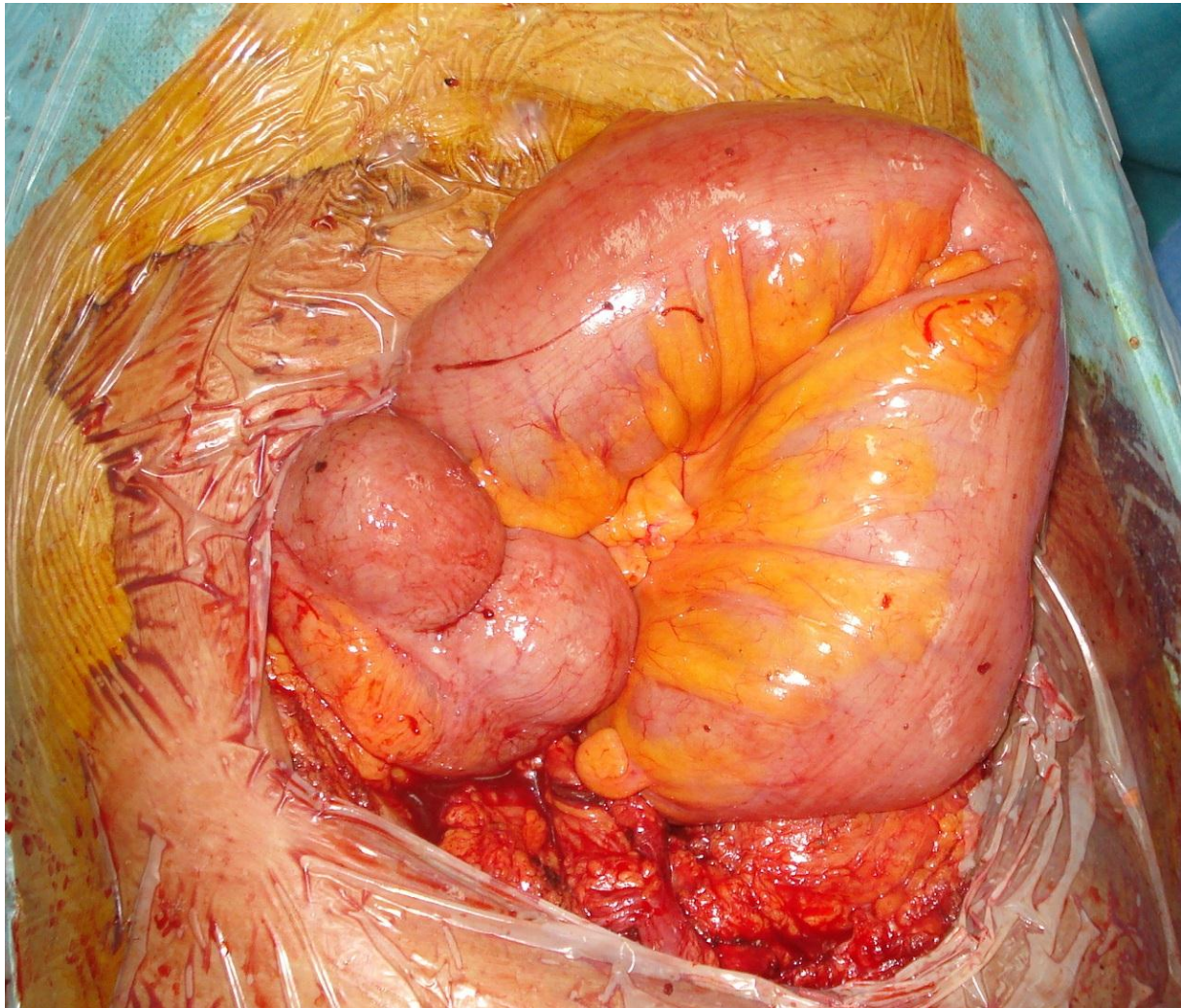


Image n°3 : Défaut de paroi abdominale de pleine épaisseur (après résection tumorale)

Iconographie : service de chirurgie plastique HMMI

Ensuite, la reconstruction a eu lieu en utilisant un maillage double face prothétique pour réparer la couche profonde de la paroi abdominale.

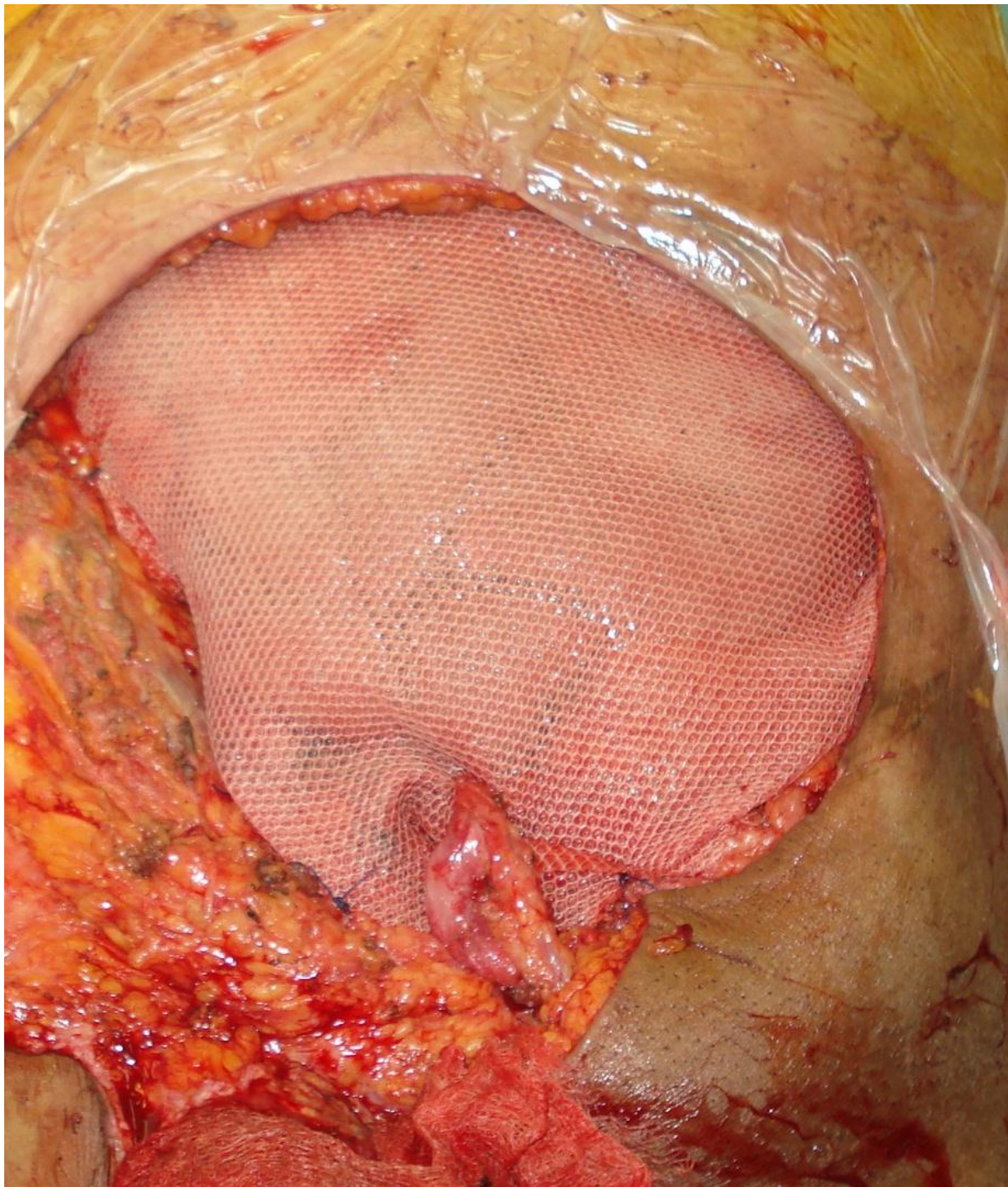


Image n°4 : Maillage prothétique double face réparant la couche profonde de la paroi abdominale

Iconographie : service de chirurgie plastique HMMI

Les intermédiaires et les couches superficielles ont été reconstruites à l'aide du lambeau myocutané de Latissimus Dorsal qui était récolté précédemment. Le rabat s'est déplié et s'est étendu permettant la fermeture complète du défaut.



Image n°5: Fermeture complète

Iconographie : service de chirurgie plastique HMMI

Cas n° 2

Patient de 34 ans sans ATCD pathologique notable victime d'un AVP qui présente un délabrement de la cheville droite

Patient à l'admission



Image n°6 : délabrement de la cheville droite

Iconographie : service de chirurgie plastique HMMI

RESULTAT

Le patient a bénéficié d'une excision de tissus dévitalisés puis

Ostéosynthèse par broches (1 broche trans tibio-astragalienn+2 broches trans métatarsiennes



Image n°7 : ostéosynthèse par broches

Iconographie : service de traumatologie HMMI

Puis 2 jours après couverture par lambeau grand dorsal libre



Image n°8 : couverture par lambeau grand dorsal libre

Iconographie : service chirurgie plastique HMMI

Cas n° 3

Patient 38 ans qui présente une amputation totale trans P3 du 3ème et 4ème doigt de la main droite.



Image n°9 : amputation trans P3 du 3ème et 4ème doigt de la main droite

Iconographie : service chirurgie plastique HMMI



Image n°10: fragment distal du 3ème et 4ème doigt amputé.

Iconographie : service chirurgie plastique HMMI

Résultat après réimplantation



Image n°11: nécrose du fragment réimplanté du 4^{ème} doigt

Iconographie : service chirurgie plastique HMMI

Cas n ° 4

Patient 16 ans qui présente un améloblastome mandibulaire qui a bénéficié d'un lambeau libre du fibula

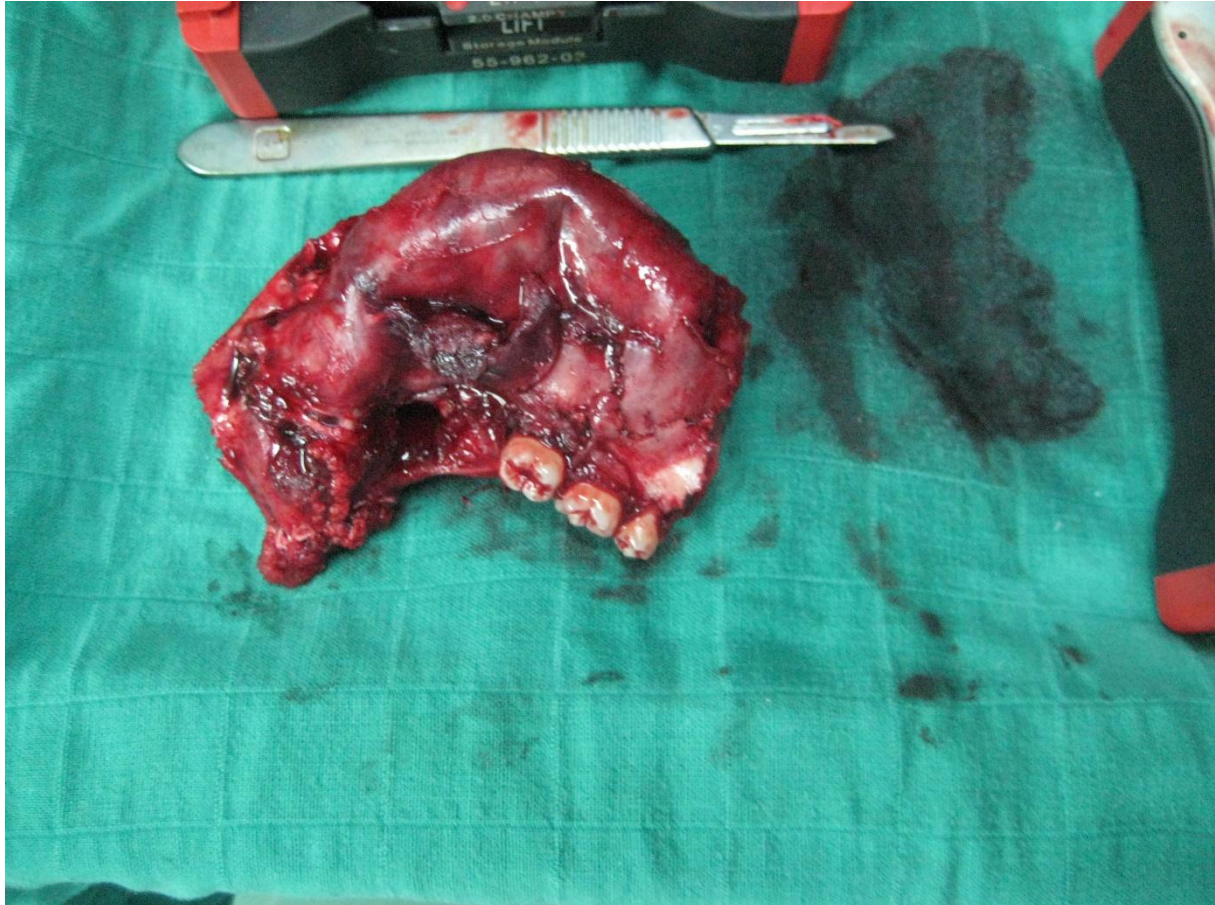


Image n° 12 : améloblastome mandibulaire après résection tumorale

Iconographie : servie de chirurgie plastique HMMI



Image n°13 : lambeau fibula libre avec son pédicule

Iconographie : service chirurgie plastique HMMI



Image n°14 : lambeau libre fibula osseux

Iconographie : service chirurgie plastique HMMI



Image n°15 : lambeau fibula en place

Iconographie : service chirurgie plastique HMMI

Cas n° 5

Patient de 42 ans admis pour un délabrement de la main droite

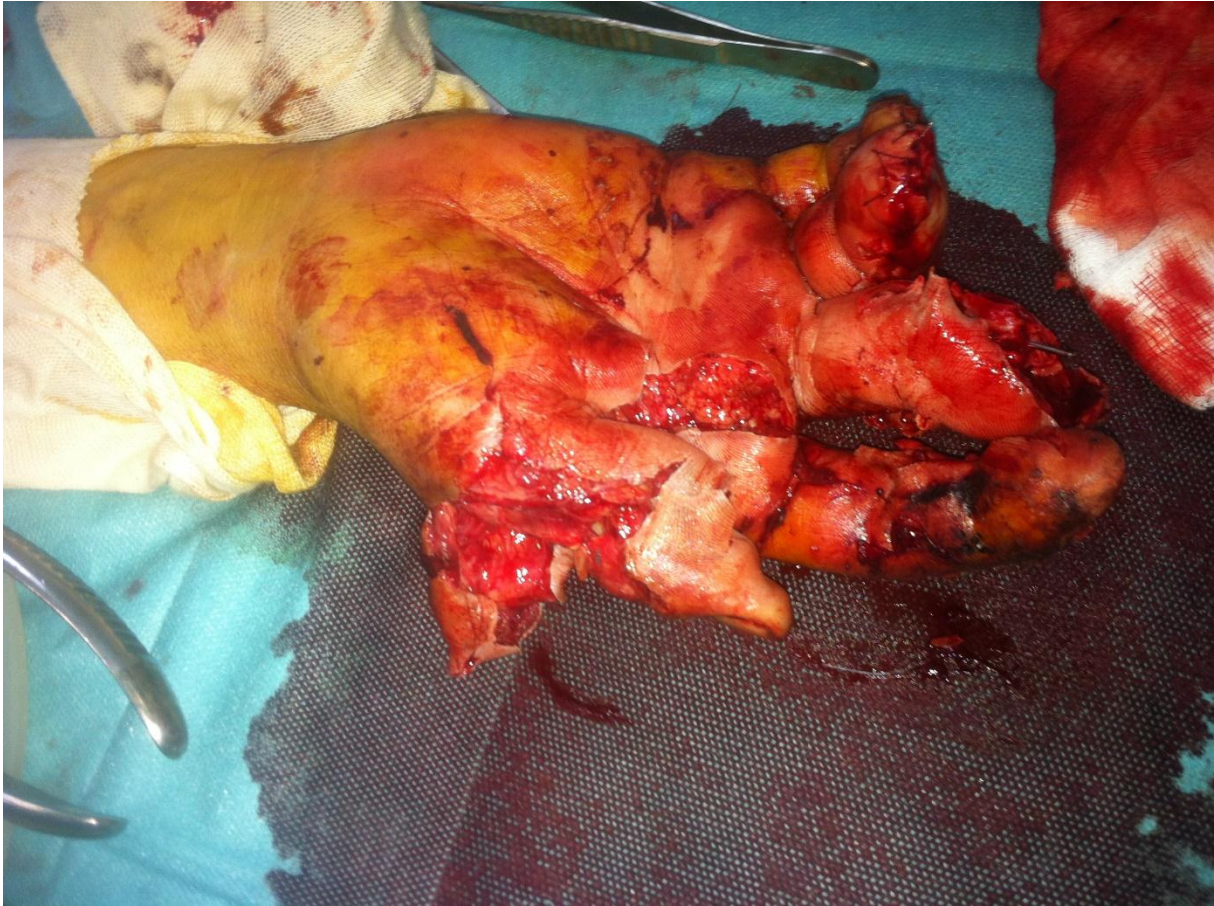


Image n° 16 : délabrement de la main droite

Iconographie : service chirurgie plastique HMMI



Image n°17 : aspect après revascularisation

Iconographie : service de chirurgie plastique HMMI

Cas n °6

Patient 45 ans qui présente une lésion digitale (la main gauche) par avulsion



Image n°18 : lésion digitale de la main gauche par avulsion

Iconographie : service de chirurgie plastique HMMI



Image n°19 : aspect après revascularisation

Iconographie : service chirurgie plastique HMMI

Cas n°7

Patient 42 ans admis pour lésion digitale de la main droite par avulsion



Image n°20 : Ring Finger

Iconographie : collection professeur MOUSSAOUI

Service chirurgie plastique



Image n °21 : Couverture par Lambeau de Foucher sur le premier métacarpien

(Iconographie : Service de chirurgie Plastique.

Collection Professeur MOUSSAOUI)

Cas n°8

Patient admis pour une plaie de l'avant-bras avec section du nerf cubital



Image n°22 : plaie de l'avant-bras

Iconographie : service de chirurgie plastique

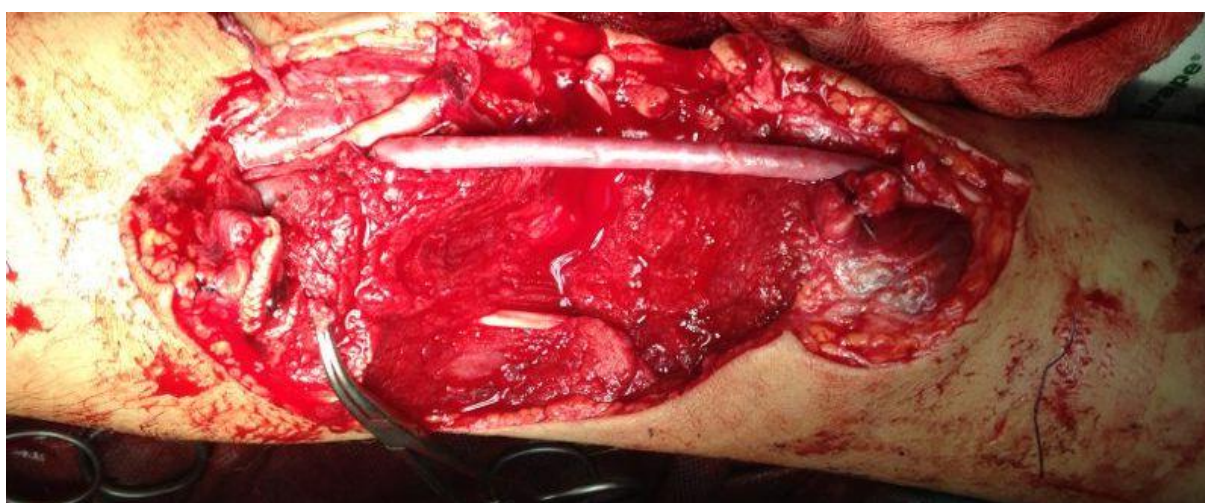


Image n°23 réparation nerveuse

Iconographie : collection service chirurgie plastique

Cas n °9

Patient admis pour une plaie de l'avant-bras avec section du nerf cubital



Image n °24 : plaie de l'avant-bras

Iconographie : collection professeur MOUSSAOUI



Image n°25 : plaie de l'avant-bras avec section du nerf cubital

Iconographie : collection professeur MOUSSAOUI



Image n° 27 : réparation nerveuse

Iconographie : collection professeur MOUSSAOUI

DISCUSSION

I- HISTORIQUE

Alexis Carrel,⁽¹⁾ est un pionnier d'origine française, de la chirurgie vasculaire. En effet dès 1902, au cours de ses travaux sur la faisabilité des transplantations d'organes, ce qui impliquait de réaliser des anastomoses vasculaires, de petites tailles. La percée technique la plus importante fut la description de la méthode de suture vasculaire par triangulation, encore utilisée aujourd'hui, pour laquelle il reçut, plus tard le prix Nobel de médecine en 1912.

En 1921, Carl Olof Nylén,⁽²⁾ de l'École de médecine Karolinska de Stockholm, avec le soutien de son supérieur Pr Gunnar Hölmgren, en Suède, sera le premier à laisser rentrer un microscope monoculaire au bloc opératoire, pour une chirurgie du rocher. Il l'adaptera progressivement en vision binoculaire, plus confortable, et qui permet une profondeur de champ.

1961 : première anastomose vasculaire en expérimentale sous microscope par JACOBSON :⁽³⁾

Au début de années soixante, dans le Vermont, Julius Jacobson étudiait l'effet de la dénervation carotidienne, sur le chien. Il devait pour cela emporté une section de la carotide et du tissu environnant, et ré-anastomoser les 2 extrémités.

L'anastomose des vaisseaux de 3 mm, de type terminoterminal, n'était pas encore envisageable à l'époque. Jacobson qui était ORL, utilisa le microscope, pour réaliser ces anastomoses, qu'il réussit au bout de quelques essais et lui fera dire, que « la main est capable d'une bien plus grande précision que ce qui est fait dans la pratique chirurgicale courante, mais que l'échec est lié à l'incapacité de l'œil à guider, la main. Jacobson et Suarez vont présenter leurs résultats et utiliseront le terme de « Microsurgery » pour la première fois.

À la fin de la présentation, le chef de chirurgie vasculaire de Cleveland prend la parole : « C'est un très beau travail, mais il serait tout simplement ridicule d'amener un microscope dans un bloc opératoire ».

Mais en 1960, lors du Congrès national américain de chirurgie, il y avait un autre chirurgien, déçu d'avoir vu sa communication orale refusée. Ce chirurgien plasticien de Californie, proposait de présenter son travail sur les anastomoses vasculaires pour des vaisseaux de diamètres compris entre 1 et 2 mm . Il avait réalisé ces anastomoses sans microscope mais sans succès, mais il souhaitait partager son expérience. Malheureusement,

la publication de résultats négatifs (souvent sources d'informations et de partages d'expériences importantes), était déjà difficile. L'opiniâtre, Harry Buncke assista à la présentation de Jacobson et Suarez, et saisit immédiatement l'intérêt du microscope, dans sa quête d'anastomose de vaisseaux petits calibres. La genèse de cette idée, commença lors de son passage chez Thomas Gibson en Ecosse, qui traitait les disfigurations, des soldats de la 2^e Emme guerre mondiale.

La technique de reconstruction la plus répandue, à l'époque, consistait en des lambeaux cutanés tubulés migrateurs qui « voyageaient » de la peau saine, à la zone à reconstruire de la face avec de nombreuses étapes non dénuées, de complications et de perte de longueur de la peau transférée (en raison nécroses cutanées).

Gibson lui-même reconnaissait la limite de ces techniques: "si seulement quelqu'un pouvait brancher ces vaisseaux, cela éviterait tous ces mois de traumatisme, de souffrance et de complications... » Confia-t-il à son élève.

Il se posa alors la question de brancher les vaisseaux de ces lambeaux évitant des étapes intermédiaires sources de morbidités et d'échecs. Il commença dans son garage, des essais de réimplantations d'oreilles de lapins. Ses essais se poursuivirent; 6 ans avec de rares succès peu reproductibles.

Mais à l'arrivée du microscope, les résultats furent constants après une période d'adaptation, et Harry Buncke ⁽⁶⁾ commença alors sa carrière de « transplanteur » et devint une référence en réimplantation des membres .Il fut ainsi le premier en 1964 à réussir des anastomoses vasculaires sur des vaisseaux de diamètre inférieurs à 2 mm sur des oreilles de lapin qu'il présenta officiellement lors d'un congrès du conseil de recherche en chirurgie plastique américain.

II- Anatomie appliquée à la chirurgie réparatrice :

A- Anatomie cutanée

Pour bien aboutir à un minimum de séquelles esthétiques et fonctionnelles, le chirurgien plasticien doit disposer de solides bases d'anatomie du corps humain ainsi que la connaissance parfaite des unités sous esthétiques et certaines notions fondamentales appliquées en chirurgie réparatrice.

Pour bien aboutir à un minimum de séquelles esthétiques et fonctionnelles, le chirurgien plasticien doit disposer de solides bases d'anatomie du corps humain ainsi que la connaissance parfaite des unis.

1. Histologie

La peau est constituée de trois couches superposées, de la surface vers la profondeur du corps : l'épiderme, le derme et l'hypoderme.

a-L'épiderme

L'épiderme, couche la plus superficielle de la peau, est un épithélium pavimenteux stratifié kératinisé dans la constitution duquel entrent 4 populations cellulaires différentes : les kératinocytes, les mélanocytes, les cellules de Langerhans et les cellules de Merkel. L'épiderme ne contient aucun vaisseau sanguin ni lymphatique, mais renferme de nombreuses terminaisons nerveuses libres.

b- Le derme

Le derme est un tissu conjonctif habituellement lâche en périphérie et plus dense (fibreux) en profondeur. Il contient de nombreux vaisseaux sanguins et lymphatiques, des nerfs et des terminaisons nerveuses sensibles libres et corpusculaires, ainsi que diverses annexes cutanées dérivées de l'épiderme et plongeant dans le derme.

c- L'hypoderme

Continuant le derme vers la profondeur, l'hypoderme est un tissu conjonctif lâche richement vascularisé qui, selon les conditions de nutrition et les régions de la peau, contient plus ou moins de tissu adipeux.

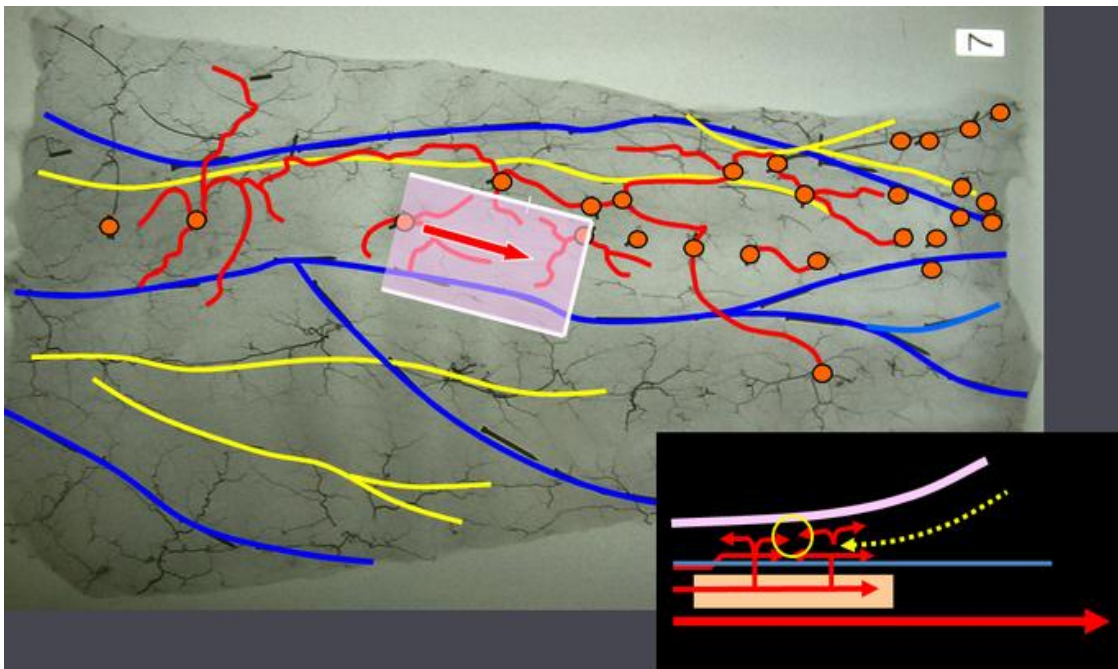
B- Vascularisation cutanée

La vascularisation cutanée dermique et hypodermique est très abondante. Elle assure l'oxygénation et la nutrition de la peau, mais aussi le maintien de la thermorégulation, de la pression artérielle et de l'équilibre hydrique de l'organisme.

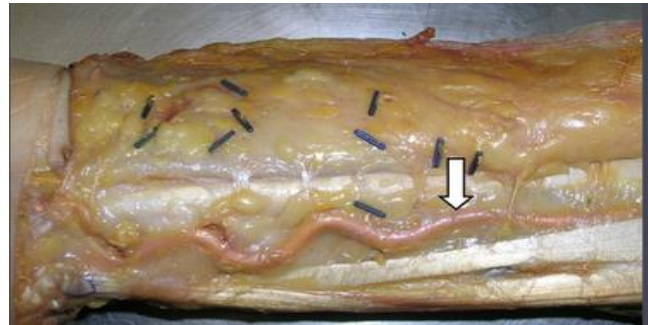
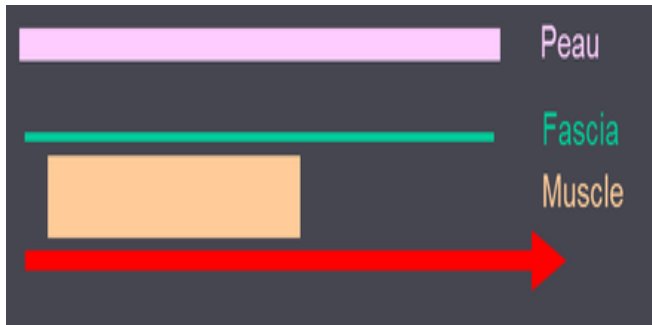
a. Description de la vascularisation cutanée :

Artère de la peau

- Plexus dermique
- Alimentés par des branches perforantes issues des axes plus profonds.
- La base des lambeaux cutanés au hasard



- **Artère principale**
 - Situé en profondeur.
 - Trajet sinueux.
 - Emet des branches collatérales qui gagnent la peau par différents moyens.



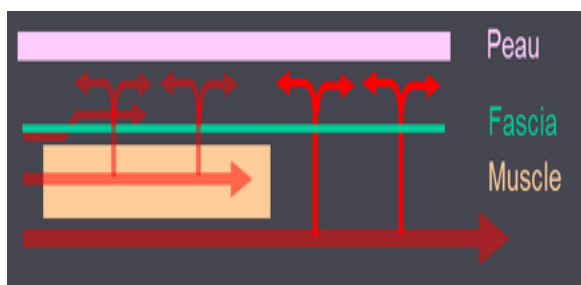
- **Artères cutanées directes**

Nait de l'artère principale et rejoint directement le tissu sous cutanée, ne traversent aucune structure



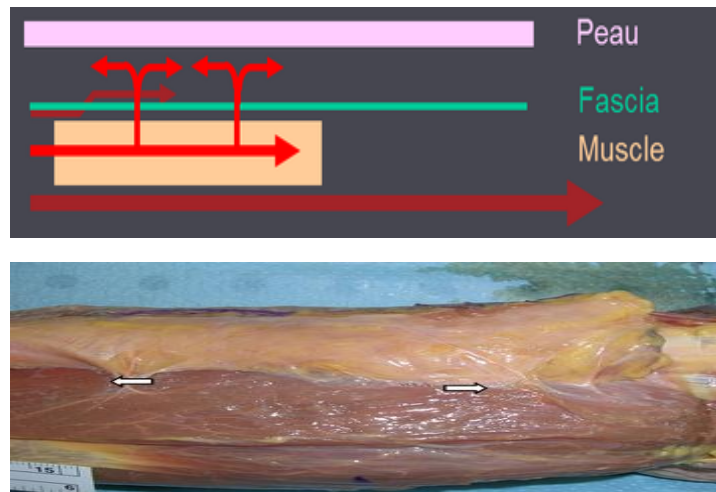
- **Artères septo-cutanées**

Issue de l'artère principale et rejoignent le tissu sous cutané en passant par les cloisons intermusculaires, sont à la base des lambeaux fascio-cutanés

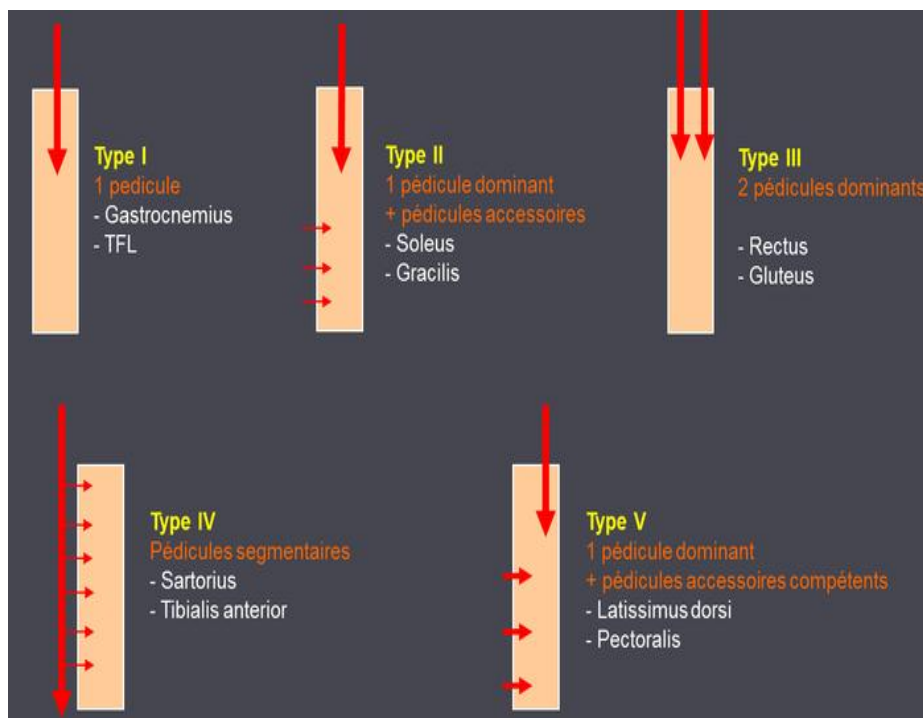


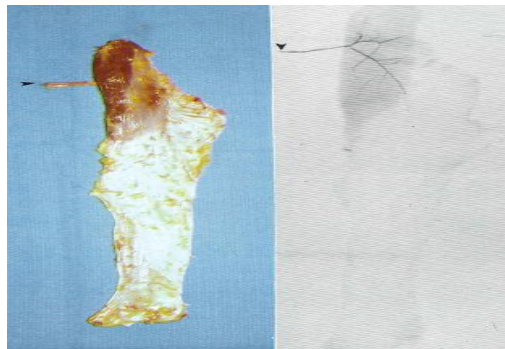
Artères musculo-cutanées

Traversent le muscle avant d'atteindre la peau et sont à la base des lambeaux musculo-cutanés .

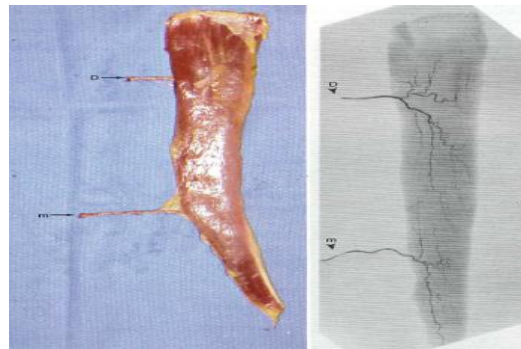


Classification de Mathes et Nahai

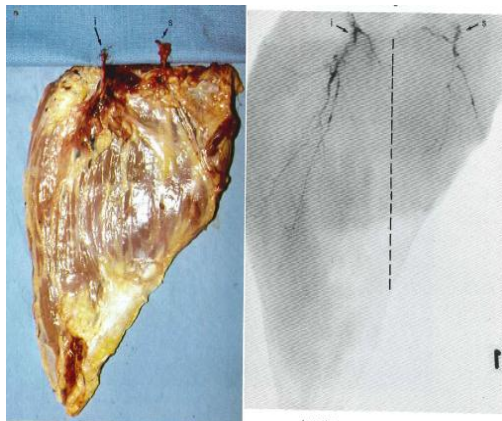




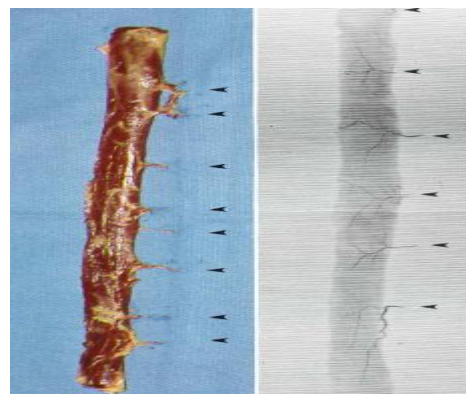
Type 1



Type 2



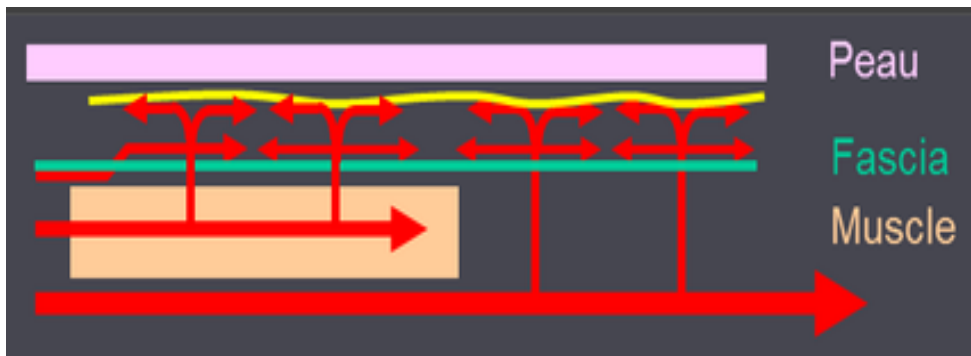
Type 3



Type 4

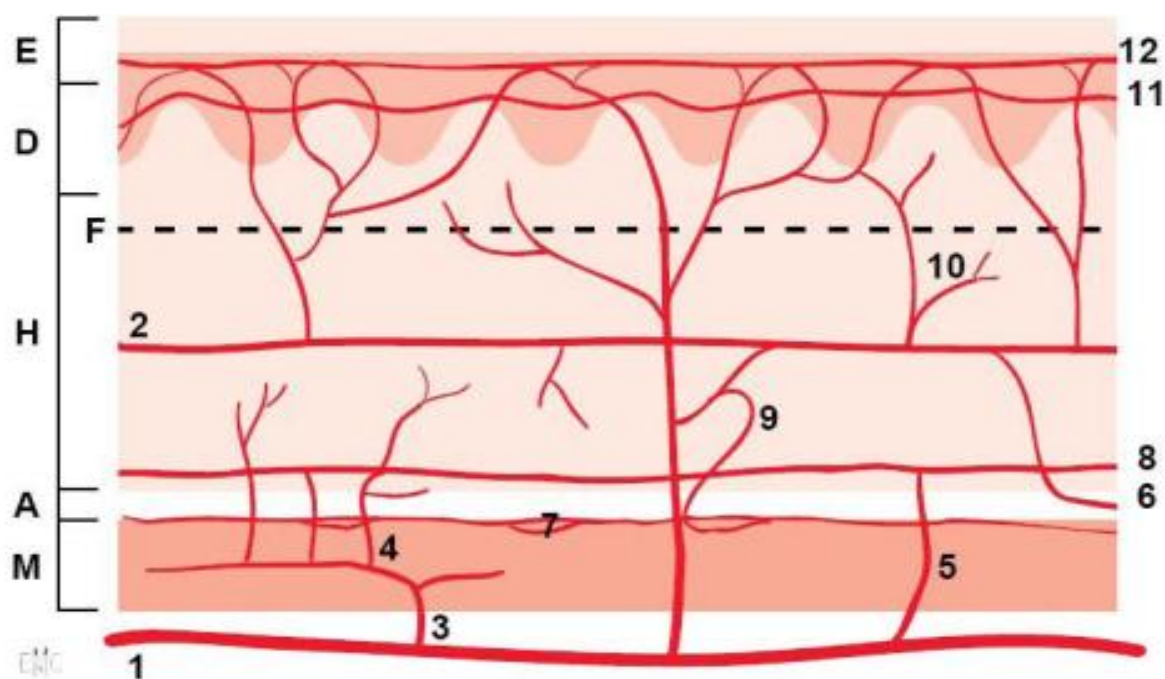
- **Artères neuro-cutanées:**

Accompagnent les branches sensibles des nerfs périphériques (ses nerfs se trouvent en général à proximité des troncs veineux de drainage principaux ce qui facilite la localisation des territoires vasculaires)



Synthèse

- Réseau sous-fasciales: perforantes venant de la profondeur.
- Réseau suprafascial: développé de manière axiale.
- Réseau hypodermique: comportant des vaisseaux à direction verticale et longitudinale.
- Réseau dermique et sous-dermique: alimenté par toutes ces artères.



Vascularisation de la peau : différentes modalités.

1. Artère principale ou secondaire ; 2. artère cutanée directe ; 3. artère musculaire ; 4. perforantes musculocutanées ; 5. perforantes septocutanées ; 6. artère fasciocutanée longitudinale ; 7. réseau anastomotique sous-aponévrotique ; 8. réseau anastomotique sus-aponévrotique ; 9. artère récurrente de Schäfer ; 10. plexus anastomotique hypodermique ; 11. plexus anastomotique sous-dermique ; 12. plexus anastomotique sus-dermique ; A. aponévrose (fascia profond) ; D. derme ; E. épiderme ; F. fascia superficiel ; H. hypoderme (panculus adiposus) ; M. muscles.

b. Rôles de la vascularisation cutanée :

- **Rôle nutritionnel :**
 - Assure l'oxygénation et la nutrition des différentes structures de la peau.
 - Apport de substances diverses (hormones, etc.)
 - Drainage du CO₂ et déchets métaboliques.
- **Rôle immunitaire :** Les leucocytes circulants assurent ce rôle.
- **Rôle dans le maintien de l'homéothermie :** Variation du flux sanguin selon la température ambiante :
 - **Cas de froid :** vasoconstriction : diminution du calibre des vaisseaux sanguins dermiques ce qui cause une diminution du flux sanguin cutané pour minimiser les pertes de chaleur.
 - **Cas de chaleur et exercice physique :** vasodilatation : augmentation du calibre des vaisseaux sanguins dermiques ce qui cause une augmentation du débit sanguin, élimination de la chaleur en trop.

III-3. Bases physiologiques de la chirurgie réparatrice : La microcirculation

1- La microcirculation

Dans les vaisseaux artériels la différence entre macro et micro circulation est liée non à la taille mais aux règles de la circulation

La microcirculation : constitue un système d'irrigation. Pour circuler les globules rouges grâce à leur caractère plastique, se déforment sous l'effet des forces de cisaillement et d'une diminution de vitesse d'écoulement, permettant ainsi les échanges métaboliques.

Le système microcirculatoire est caractérisé par la présence de :

- Shunts artério-veineux : dont l'ouverture permanente permet d'apporter le sang aux organes nobles (cœur, cerveau, rein)
- Sphincters pré-capillaires : dont l'ouverture est fonction des besoins des tissus.

L'Italien INTAGLIATA, dans une étude expérimentale, a mis en évidence des oscillations ou des pulsations en microcirculation qui ne correspondent pas au rythme cardiaque. Il a conclu à la présence de cellules pace macker artérielles permettant de pulser le sang dans les capillaires, et réalisant ainsi une vasomotricité spontanée.

La disparition de cette vasomotricité aboutit à une atonie capillaire pouvant être responsable d'une thrombose, c'est le cas lors de l'utilisation de certaines drogues anesthésiques. Le protocole d'anesthésie des patients candidats à une microchirurgie vasculaire doit tenir compte de ces phénomènes.

a. La microcirculation cutanée ⁽⁷⁾

Dans la peau, le derme et l'hypoderme sont richement vascularisés par un réseau sanguin très structuré d'artéριοles de moyen, puis petit calibre, de capillaires

et de veinules. A l'inverse, l'épiderme, comme tout épithélium, n'est pas vascularisé ; il est nourri par imbibition à partir des réseaux capillaires des papilles dermiques. De même, le système lymphatique est présent dans le derme et l'hypoderme et absent de l'épiderme.

2- Organisation de la microcirculation cutanée :

Dans la partie profonde de l'hypoderme, les artères abordent le tégument et forment un premier réseau anastomotique parallèle à la surface cutanée d'où partent perpendiculairement des branches qui traversent l'hypoderme, en donnant des collatérales destinées à vasculariser les lobules graisseux et les annexes : glandes sudoripares et follicules pileux.

Ces branches se réunissent dans la partie profonde du derme réticulaire pour former un deuxième réseau anastomotique dont les mailles sont parallèles au premier réseau anastomotique et à la surface cutanée.

De ce deuxième réseau anastomotique, partent perpendiculairement des artéριοles dites "artéριοles en candélabre" abandonnant des branches pour les annexes cutanées et le derme réticulaire et finissant par s'anastomoser en un troisième réseau situé à la jonction derme papillaire–derme réticulaire.

De ce dernier réseau, partent des capillaires qui gagnent les papilles dermiques.

Le réseau veineux est calqué sur le modèle artériel.

Des anastomoses artéριο–veineuses avec ou sans glomus se trouvent au niveau du lit des ongles et des régions palmo–plantaires (mains, doigts, pieds et orteils). Elles jouent un rôle fondamental dans la thermorégulation.

3- Structure des composants de la microcirculation sanguine cutanée

Les artérioles du derme, ont une lumière ronde avec un diamètre entre 20 et 30 μm ; leur paroi comprend l'intima, le média et l'adventice.

L'intima est constituée d'une couche de cellules endothéliales reposant sur une assise conjonctive élastique ; la media comprend deux couches de fibres musculaires lisses disposées longitudinalement et en anneau concentrique avec une épaisseur plus élevée dans les vaisseaux profonds ; l'adventice est une tunique externe constituée de fibres de collagène avec occasionnellement une lame élastique externe.

Les artérioles principales sont dotées d'une paroi comportant une couche musculaire lisse très épaisse, richement innervée par des fibres nerveuses dont les afférences aboutissent à la limite du média et de l'adventice et dont l'arborisation terminale forme un réseau péri vasculaire.

C'est ainsi toute la tunique musculaire qui répond à un stimulus et non chaque cellule musculaire lisse individuellement.

Les veines et veinules ont une structure proche de celles des artères et artérioles, mais elles ont une lumière plus large et une paroi musculaire plus fine qui contient occasionnellement des valves ; l'assise conjonctive élastique de l'intima est plus fine ou absente, l'adventice est épais et pauvre en fibres élastiques.

Artérioles et veinules du derme profond et de l'hypoderme sont plus grosses que les vaisseaux correspondants du plexus superficiel (diamètre 50–100 μm versus 25 μm ; épaisseur de la paroi : 10–15 μm versus 4–5 μm) et les péricytes sont plus abondants.

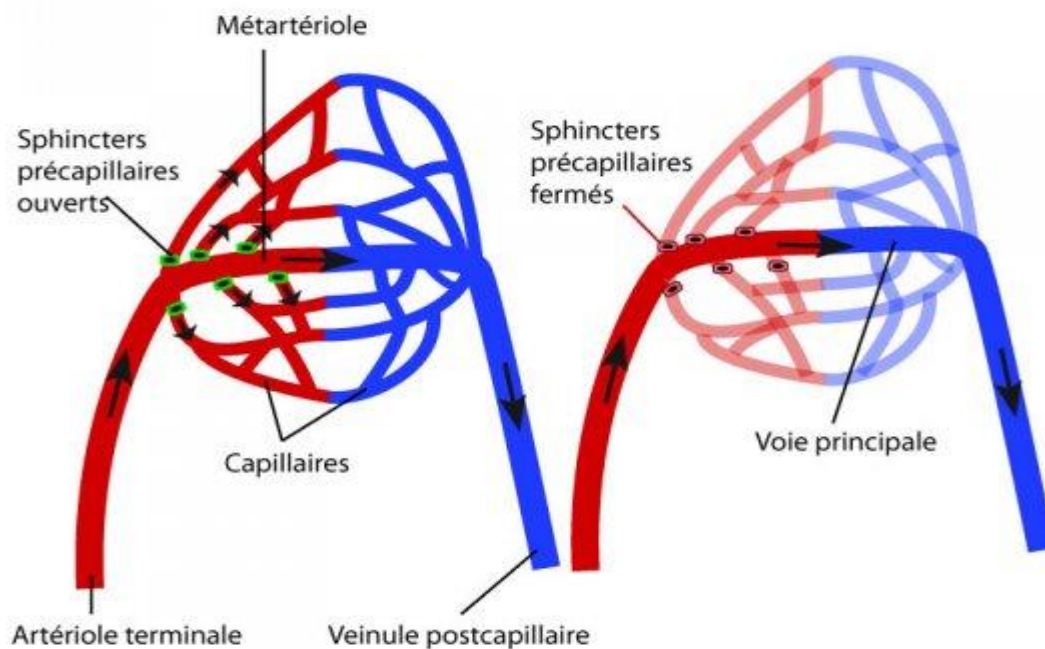
Les vaisseaux capillaires présentent un diamètre de 5 à 8 μm . Leur longueur moyenne est de 0,5 à 1 mm. C'est à leur niveau que s'effectuent les échanges entre le sang et les tissus. Ils font suite aux artérioles, de façon très progressive.

Les capillaires dermiques peuvent être distingués des artérioles et des veinules post-capillaires par la structure de leur paroi. La couche de fibres musculaires du média devient discontinue puis disparaît. L'adventice disparaît également. Les capillaires dermiques sont constitués d'une seule couche fenestrée de cellules endothéliales, et d'une couche externe discontinue de péricytes entourée d'une membrane basale.

Les veinules post capillaires, qui drainent de 4 à 5 capillaires, ont un diamètre compris entre 8 et 30 μm , légèrement plus grand que celui des capillaires ; elles ont une membrane basale en couches multiples, et un parcours plus sinueux. La transition entre capillaire et veinule se traduit par l'apparition de cellules musculaires lisses dans la paroi.

La veinule est riche en fibres conjonctives et élastiques, d'où son grand potentiel de distensibilité, qui fait du réseau veinulaire un réservoir à capacité variable lui permettant de réguler le volume sanguin microcirculatoire.

Les capillaires constituent, entre artérioles et veinules, un véritable réseau complexe appelé lit capillaire. Celui-ci présente des anastomoses artério-veineuses qui sont de véritables courts-circuits permettant au sang de passer directement de l'artériole à la veinule sans emprunter le circuit capillaire grâce à un système de sphincters pré-capillaires. Les anastomoses artério-veineuses sont abondantes au niveau de la peau du nez, des oreilles, de la paume des mains et de la plante des pieds, des doigts, et du lit de l'ongle. Elles jouent un rôle dans la thermorégulation en permettant l'augmentation du débit sanguin cutané donc l'accroissement de la déperdition de calories au niveau de la surface cutanée.



Représentation schématique d'une anse capillaire équipée de sphincters pré capillaires et de leur fonction.

A gauche, les sphincters sont ouverts et le sang emprunte l'ensemble des capillaires sanguins.

A droite les sphincters sont fermés et la circulation du sang se limite à la métartériole

4- Fonction de la microcirculation cutanée

La microcirculation cutanée remplit quatre fonctions majeures :

- A- La nutrition des cellules, du derme, de l'hypoderme, de l'épiderme et des annexes cutanées.
- B- Le maintien de la pression artérielle par un tonus vasoconstricteur.
- C- La tolérance par la peau des longues périodes d'ischémies dues au poids du corps.
- D- Une réactivité vasomotrice nécessaire à la thermorégulation.

Les deux dernières fonctions expliquent que le flux sanguin au repos est bien supérieur aux besoins métaboliques, et que la composition le sang cutané soit proche du sang artériel.

Totalisant plus de 9 % du volume vasculaire, et probablement une proportion plus grande de la microcirculation, les vaisseaux cutanés assurent également les fonctions endothéliales habituelles, notamment de coagulation, fibrinolyse, captation et élimination des complexes immunes.

IV-MATERIELS ET INSTRUMENTS DE LA MICROCHIRURGIE

1. Le microscope

Pour une utilisation laboratoire, le microscope doit permettre un grossissement jusqu'à 40 fois.

La distance focale, qui correspond à la distance nécessaire entre l'objet observé et l'objectif de microscope, pour être au point, doit être entre 20 à 25 cm. Le tube binoculaire est oblique à 45°.

2. La boîte d'instruments

2.1. Instruments de microchirurgie :

a. Deux pince de Dumont :

- La pince n°3 (la plus épaisse) est utilisée pour la dissection.
- La pince n°5 est réservée pour l'anastomose.

b. Une porte aiguille d'OBREIN :

Grace à ses bouts, il épouse parfaitement la courbure de l'aiguille

c. Une paire de ciseaux d'OBREIN :

Il est conseillé pour un usage au laboratoire d'avoir une paire de ciseaux avec des lames courbes et des bouts mousses. La courbure des lames permet une dissection sans changement de la position des mains et une bonne vision des plans de clivage, les extrémités mousses minimisent les risques de plaies vasculaire. La section du vaisseau se fait en utilisant le segment droit situé près de l'intersection des lames, une plaie de ciseaux de Dowell avec une lame droite et des extrémités pointues est possible.

2.2. Les clamps micro vasculaires

Il existe plusieurs types de clamps micro vasculaires qui peuvent être simples ou doubles. De même la surface et la tension de clampage sont variables. Pour un bon usage, un clamp doit être suffisamment solide, facile à utiliser et surtout atraumatique. Les clamps à pression fixe sont relativement faciles à manipuler mais ils perdent avec l'usage leur qualité de serrage. L'usage des clamps à pression variable nécessitent un certain entraînement pour apprécier la qualité de serrage.

Un clamp double de GILBERT et deux clamps simples d'IKUTA sont en général suffisants pour un usage au laboratoire

2.3. Autres instruments

a. Pour les anastomoses :

- Un clamp plastifié coloré (vert)
- Une pince bipolaire (facultative)
- Une seringue de 20ml + une aiguille tronquée.
- Des tampons et des cotons tiges mouillés.

b. Pour les incisions des voies d'abord :

- Un bistouri
- Une pince à disséquer
- Une paire de ciseaux
- Plusieurs écarteurs
- Une porte aiguille
- De fil de suture

3. Les fils et les aiguilles

Le matériel de suture en microchirurgie doit être fin, de type mono filament, résorbable ou non avec une référence variante de 8/0 au 11/0.

Les fils non résorbables sont utilisés en microchirurgie vasculaire et nerveuse, ainsi avec du mono filament noir en nylon 10/0 on arrive à faire la plupart des microsutures vasculaires et nerveuses périphériques. Il n'y a pas d'indication clinique d'une suture avec un fil plus fin que le 11/0.

En microchirurgie vasculaire, on utilise des aiguilles possédant un corps rond et une courbure de 3/8eme de cercle. Il est préférable de choisir une aiguille dont le diamètre se rapproche le plus du diamètre du fil. Le choix est fonction du diamètre du vaisseau à anastomoser.

| Diamètre du vaisseau | Référence du fil | Diamètre du fil | Diamètre de l'aiguille |
|----------------------|------------------|-----------------|------------------------|
| D > à 2 mm | 9/0 | 35µm | 100µm |
| 1 mm < D < 2 mm | 10/0 | 17µm | 70µm |
| D < 1 mm | 11/0 | 14µm | 50µm |



Instrument de la microchirurgie

V- La microchirurgie en chirurgie plastique

A. En urgence

1. La réimplantation

Avant la réimplantation, il y a l'accident et donc l'amputation.

Conduite à tenir méthodique

- Stabiliser la victime
- Recueillir et conserver les fragments dans de bonnes conditions ⁽⁸⁾

| Conditionnement initial du segment de membre amputé en urgence. | Conditionnement du membre lésé |
|---|--|
| 1- Lavage au sérum ou eau courante 2- Mise en place dans un linge propre puis 3- Dans un récipient hermétique posé sur de la Glace (pas de contact direct avec l'amputât) 4- Transfert rapide vers un centre spécialisé en chirurgie de la main. | 1. Nettoyage 2. Désinfection si possible 3. Pansement compressifs 4. Si saignement actif faire des points de compression vasculaire à distance 5. Pas de garrot à la racine des membres. |

Classification des amputations:

L'Amputation Totale : il n'y a plus aucune connexion avec le corps.

L'Amputation Subtotale : les principales connexions vasculaires sont interrompues et il n'y a pas d'évidence de circulation.

La Dévascularisation : Il s'agit plus de conditions où les structures fonctionnelles sont séparées mais où une circulation résiduelle existe, et qui ne sera améliorée que par des anastomoses vasculaires.

La stratégie globale de la prise en charge dépend de:

- L'état du fragment amputé et des tissus receveurs.
- Le type d'amputation.
- Le délai de la prise en charge.
- Le conditionnement initial du fragment.
- La taille du fragment ainsi que l'âge du patient.
- La gravité des lésions associées,
- Les antécédents médicochirurgicaux.
- La demande du patient.

a) Réimplantations digitales :**Indications strictes pour une réimplantation :**

- Amputation du pouce.
- Amputations multi-digitales.
- Amputation du doigt distal à l'insertion du fléchisseur commun superficiel (zone I).
- Amputation en travers de la paume.
- Toute amputation chez l'enfant.
- Amputation au niveau de la paume, du poignet, de l'avant-bras.
- Amputation proximale du bras.

Indications relatives pour une réimplantation :

- Amputation d'un seul doigt distale à l'insertion du fléchisseur commun superficiel (zone I).
- Avulsion par Ringer Finger de stade 1 à 3.

Contre-indications pour une réimplantation

Neinstein et al.2012; Soucacos, 2001

- Amputation d'un seul doigt proximale à l'insertion du FCS (zone II). Traumatisme par écrasement ou avulsion.
- Amputation à multiples niveaux.
- Réimplantation pour des patients avec de multiples traumatismes ou des problèmes médicaux sévères

➤ **Techniques chirurgicales :**

Avant toute chose il faut distinguer :

- **Réimplantation** ⁽⁹⁾: c'est le rattachement d'une partie complètement amputée par la restauration de l'apport artériel et du flux veineux.
- **Revascularisation** : c'est la restauration du flux artériel ou veineux, ou des deux lors d'une amputation incomplète, quel que soit le point de rattachement, aussi petit soit-il.

❖ **Préparation de la partie amputée :**

Pendant que le patient est préparé à l'anesthésie :

- La partie amputée est nettoyée par une solution bactéricide classique.

En cas de grosse contamination elle est nettoyée à la solution saline stérile.

Incision cutanée :

On pratique 2 incisions bilatérales ce qui permet d'obtenir 2 lambeaux de peau antérieur et postérieur facilement mobilisable pour accéder aux paquets vasculo-nerveux ulnaire et radial.

Débridement :

Tout muscle dilacéré, contusionné ou contaminé sera excisé.

Marquage des structures neuro-vasculaires :

Les 2 artères digitales, les nerfs digitaux radial et ulnaire sont identifiés le long des incisions latérales, puis tracés de distal en proximal jusqu'au niveau d'amputation.

Préparation des tendons Fléchisseurs et Extenseurs.**Raccourcissement et fixation osseuse :**

Le raccourcissement osseux est un principe de base dans la réimplantation car c'est lui qui permettra la réparation nerveuse primaire et la suture vasculaire bout à bout.

Hémostase:

Elle est réalisée sur la partie amputée car il est plus difficile de la faire une fois la revascularisation faite.

❖ Préparation du moignon amputé :

- Nettoyage
- Identification et marquage des différentes structures.
- Les fléchisseurs peuvent être rétractés en proximal, ils seront récupérés et suturés par un fil.
- Les artères digitales sont identifiées, leurs extrémités sont sectionnées nettement aux ciseaux microscopiques.
- les vaisseaux sont dilatés, puis sectionnés aux ciseaux jusqu'à apparition d'une intima normale.

❖ Techniques de réimplantation :

Barbary a décrit quatre étapes de réimplantation ⁽¹⁰⁾ :

- Ostéosynthèse, Raccourcissement osseux et incisions latéro-digitales.
- Un temps palmaire, avec suture des fléchisseurs, sutures nerveuses, réparations vasculaires.

- Un temps dorsal, avec la suture des extenseurs puis les sutures veineuses.
- Fermeture cutanée.

Neil F. Jones ⁽¹¹⁾ recommande l'ordre de séquence de réparation suivant :

Fixation osseuse:

Le matériel d'ostéosynthèse dépend de la zone d'amputation et du type de fracture.

Les broches de Kirchner seront les plus faciles d'utilisation : rapide à mettre en place, on ne les utilise que pour des fractures simples.

Elles peuvent être placées en intra médullaire (bilboquet) ou en croix.

Une alternative consiste à utiliser des 2 broches intra médullaires parallèles notamment lors de traitement des fractures transverses.

Les plaques visées sont une des méthodes d'ostéosynthèse les plus stables et seront utilisées pour des fractures plus complexes.

Les vis seront utilisées pour des fractures obliques de plus de 45 degré, mais ce type de fracture est rarement retrouvé lors d'amputation.

Réparation du périoste :

Dans la mesure du possible, le périoste postérieur est suturé pour prévenir des adhérences des tendons extenseurs sur le site de fixation osseuse.

Réparation des tendons extenseurs puis des tendons fléchisseurs:

Les techniques utilisées dépendent des habitudes du chirurgien et du fil disponible.

Réparation nerveuse:

C'est le premier temps microchirurgical.

La récupération nerveuse est fortement corrélée ⁽¹²⁾ à :

- L'âge du patient ; au mécanisme lésionnel et au terrain.
- La réparation nerveuse se fait sous microscope par 2 ou 3 points de 9.0 ou 10.0.

En cas de perte de substance nerveuse, du matériel sera prélevé soit sur un doigt banque si possible, soit sur une branche sensitive du nerf musculocutané.

Anastomoses artérielles:

Le praticien suture dans les meilleurs cas 2 artères digitales, au minimum une seule.

Une suture directe croisée pourrait être dans certains cas une solution avant d'envisager un pontage.

L'artère est suturée sans tension, car toute tension à travers une anastomose est un risque de thrombose.

Si une suture sans tension est impossible, on utilise un greffon veineux.

Anastomoses veineuses:

Dans les sutures directes, le lâchage de garrot permettra de repérer les veines les mieux perfusées.

En cas de perte de substance veineuse, le chirurgien utilisera un pontage au dépend d'une veine de la face antérieure du poignet.

Reperfusion de la partie amputée:

Le chirurgien s'assure du bon fonctionnement du flux artériel et veineux après lâchage des garrots et Reperfusion du doigt.

Un doigt qui ne se recoloré pas alerte d'un défaut d'irrigation artérielle, soit par vasospasme, soit suite à un problème technique d'anastomose artérielle. Un doigt qui reste cyanosé et gonflé alerte d'un défaut de retour veineux.

Fermeture cutanée:

Le chirurgien doit bien s'appliquer à ne pas créer de compression vasculaire, de nécrose cutanée ou de blessure d'un vaisseau en réalisant des points de sutures sous une tension exagérée.

En cas de perte de substance cutanée, de nombreux artifices techniques permettent de la couverture cutanée ⁽¹³⁾

La cicatrisation dirigée : elle s'adresse aux lésions pulpairees limitées, sans exposition de tissu noble.

La greffe de peau mince : elles sont peut exigeante quant à la nature du sous-sol, mais offre une récupération sensitive pauvre.

Les lambeaux cutanés : on citera les plus couramment utilisé comme le lambeau cross Finger, le lambeau désépidermisé, le lambeau drapeau, le lambeau de Huston dorsal.

➤ Soins postopératoires:

Les heures suivant l'intervention sont critiques et nécessitent un suivi clinique sévère :

Un alitement strict pendant 5 à 8 jours est préconisé.

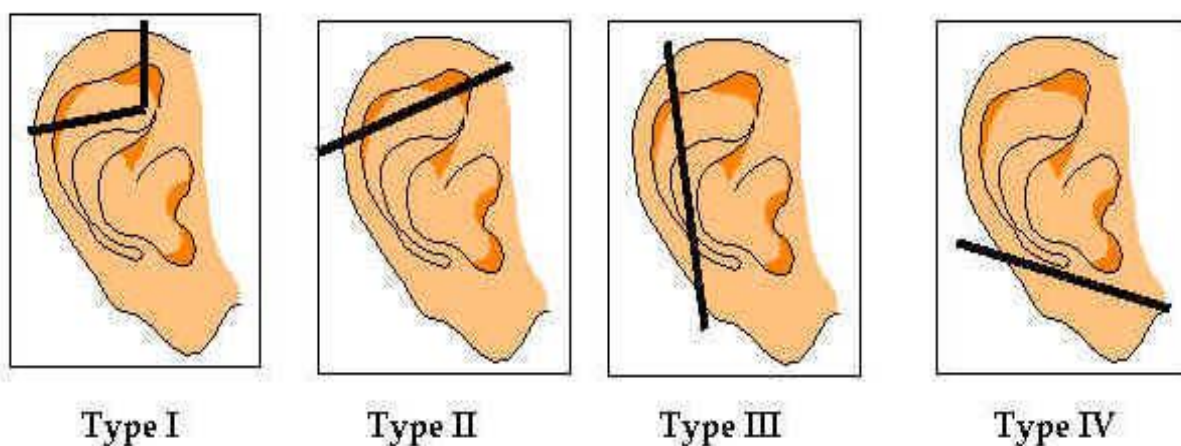
- Une ambiance chaude autour du doigt par lampe chauffante protégée.
 - Une interdiction stricte de fumer à cause des effets vasoconstricteurs de la nicotine.
 - Des antiagrégants plaquettaires et des antibiotiques sont prescrits en fonction du degré de contaminations des tissus.
 - L'observation clinique est primordiale : couleur du doigt, recoloration pulpaire et température digitale doivent être régulièrement vérifiés.
- Rééducation (elle est primordiale).

b) Réimplantation de l'oreille

L'amputation traumatique de l'oreille est une lésion transfixiante du tissu auriculaire avec séparation complète du fragment amputé.

Une prise en charge initiale adaptée est nécessaire afin d'obtenir le meilleur résultat esthétique.

➤ **Classification des amputations traumatiques de l'oreille (22)**



Classification de BARINKA

➤ **Principes généraux de la prise en charge d'une amputation traumatique de l'oreille:**

La stratégie de prise en charge chirurgicale des amputations traumatiques d'oreille dépend de nombreux paramètres ^[14]:

- Le type d'amputation.
- L'état du fragment amputé et des tissus receveurs.
- Le délai de prise en charge.
- Le conditionnement initial du fragment ^[14].

- La taille du fragment.
- L'âge du patient.
- Le tabagisme éventuel du patient.

➤ **Méthodes thérapeutiques et indications:**

❖ **1 Abstention thérapeutique :**

Le fragment amputé est perdu ou inutilisable.

L'état local ou général du patient ne le permet pas.

Il est préférable d'opter pour une suture directe ou une cicatrisation dirigée du pavillon restant tel que le recommandent Revol et Servan

❖ **2 Techniques microchirurgicales :**

Elle doit être tentée, lorsqu'elle est possible, car c'est la technique dont les résultats esthétiques sont les meilleurs [15 ;16].

La replantation microchirurgicale

Débuté par l'exploration soigneuse du fragment amputé et de la zone receveuse afin de rechercher sous microscope des artères autorisant une anastomose vasculaire directe.

Lorsqu'il n'existe pas d'artère au niveau du site receveur, l'anastomose est réalisée entre l'artère du fragment amputé et l'artère temporale superficielle ou l'artère auriculaire postérieure.

Une fois l'anastomose artérielle perméable, le retour du flux sanguin au niveau du fragment amputé permet d'individualiser une veine pouvant assurer le drainage veineux de ce dernier [17].

Si aucune veine ne peut être individualisée, il est alors conseillé d'utiliser des sangsues médicinales ou de scarifier le fragment amputé afin d'assurer son drainage veineux et d'éviter ainsi un infarctus du greffon.

La surveillance postopératoire est fondamentale afin de diagnostiquer une ischémie ou un engorgement veineux (Coloration, saignement).

Techniques de greffe composite sans empochement:

Lorsque le fragment amputé est de taille inférieure à 15 mm ou lorsqu'il s'agit d'une amputation du lobe de l'oreille.

Cette technique est simple, pouvant être menée sous anesthésie locale.

Les suites opératoires, contrairement aux reimplantations microchirurgicales, sont simples.

Cependant, les résultats de cette méthode sont aléatoires et le taux de succès est faible du fait d'un défaut de revascularisation [18].

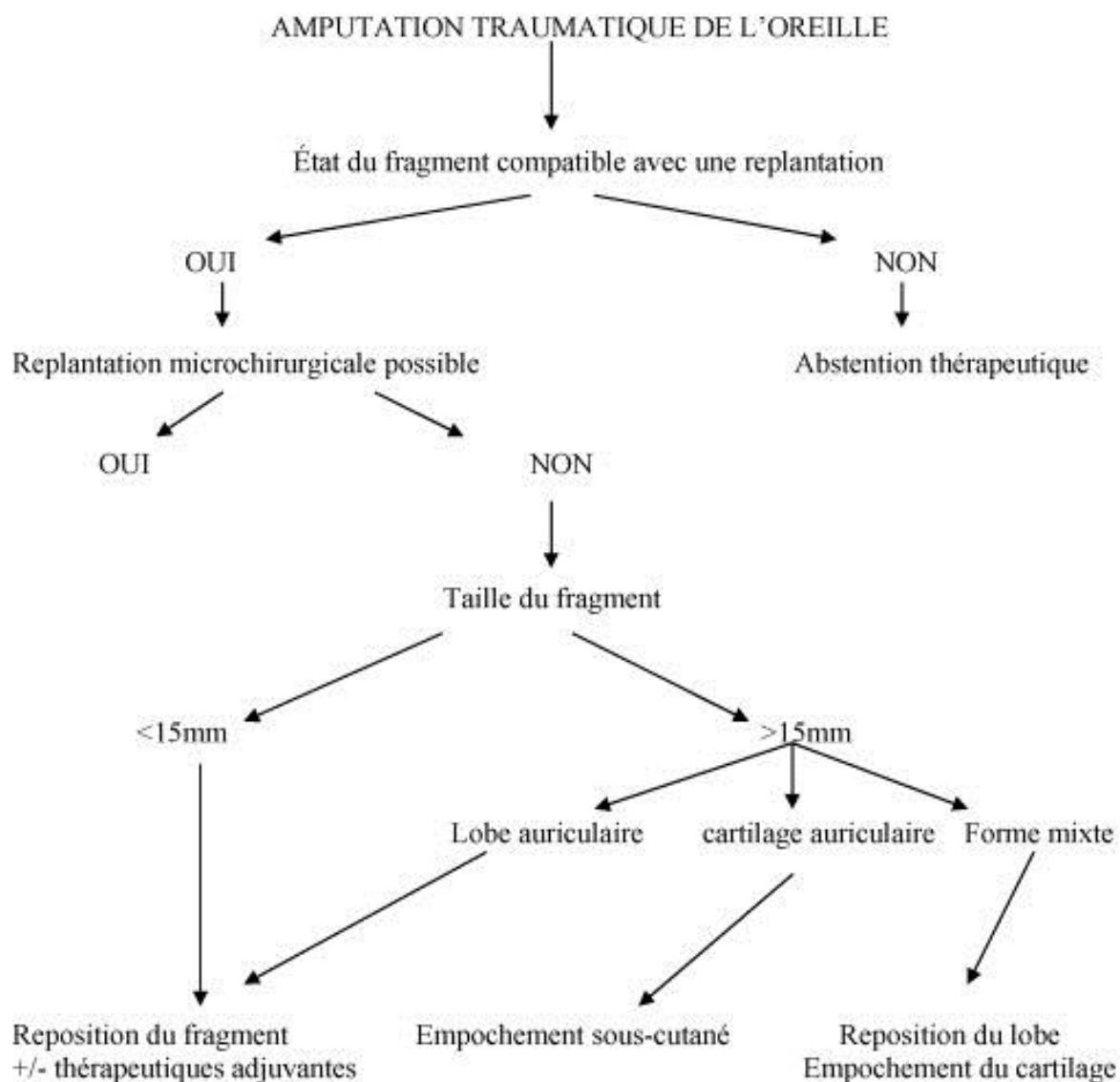
Technique d'empochement sous cutanée:

Lorsque le fragment amputé est cartilagineux et de grande taille supérieur à 15 mm.

Cette technique consiste à enfouir le fragment amputé d'oreille, en greffe composite dans une poche sous cutanée rétro oculaire après l'avoir désépidermisé puis l'avoir fixé à l'oreille restante.

Au bout de trois semaines, le fragment est extériorisé hors de la poche et s'épidermise spontanément.

La période d'empochement ne doit pas être prolongée au-delà de trois semaines si l'empochement est prolongé au-delà de quatre semaines, une greffe de peau est alors nécessaire sur le fragment replanté lors de son extériorisation [19].



c) Reconstruction des lèvres après un traumatisme:

➤ Principes généraux de la prise en charge :

– La lèvre reconstruite doit garder:

*sa sensibilité

*sa mobilité,

*sa continence et avoir un aspect cosmétique harmonieux.

–les principaux tissus utilisés sont par ordre de préférence :

*les restes de la lèvre traumatisée.

*la lèvre opposée.

*les lambeaux locorégionaux.

➤ **Réparation de la lèvre supérieure :**

La reconstruction de la lèvre supérieure doit tenir compte :

- des sous-unités esthétiques.
- de la nécessité de garder une symétrie à l'arc de Cupidon pour éviter une distorsion par rapport à la base du nez.

❖ **Réparation de lèvre blanche supérieure:**

On fait appel aux lambeaux de voisinage, soit lambeaux d'avancement, soit lambeaux locaux (nasogénien).

Lambeaux d'avancement:

Ces lambeaux permettent la fermeture des petites pertes de substance.

Lambeaux nasogénien:

La réparation à partir d'un lambeau nasogénien à pédicule inférieur permet une réparation assez étendue vers la partie médiane de la lèvre.

Greffes cutanées:

Ces greffes sont rarement utilisées en première intention car elles ont une tendance naturelle à la dyschromie et à la rétraction.

❖ **Réparation de la lèvre rouge supérieure:**

S'il est impossible de fermer avec suture simple, sans distorsion, on utilisera un lambeau de reconstruction.

- Pour les petites pertes de substance du vermillon (inférieures à 1 cm), on peut utiliser des lambeaux d'avancement ou de glissement.
- Pour des pertes de substance égales au tiers de la lèvre supérieure On doit utiliser un lambeau pris sur la lèvre controlatérale : le lambeau d'Abbé ou le lambeau d'Estlander.

- Pour des pertes de substance supérieures au tiers de la lèvre supérieure on utilise de lambeaux locorégionaux provenant de la joue. Schématiquement, on utilise deux principaux types de reconstruction:
 - les lambeaux d'avancement de joue (Webster).
 - les lambeaux nasogénien à pédicule inférieur, ou lambeau en éventail de type Gillies.

➤ **Réparation de lèvre inférieure:**

Stratégie de réparation (méthode de Camille-Bernard):

La reconstruction se fait généralement en deux temps dans : pour limiter le risque infectieux et pour s'assurer de la vitalité des tissus restants. L'intervention est réalisée sous anesthésie générale avec intubation nasale et débute par une infiltration à la xylocaïne adrénaline.

Après parage complémentaire, on incise le long du sillon labiomentonniere en disséquant aux ciseaux les tissus sous-cutanés pour repérer les rameaux mentonniers, qui seront préservés. À ce niveau, la muqueuse est libérée « à la demande ».

On se porte ensuite au niveau commissural où la peau est incisée horizontalement.

Décaler en marches d'escalier les sections cutanée, musculaire et muqueuse de façon à préserver au-dessus du niveau de section cutanée un débord musculaire, qui viendra recouvrir la muqueuse, incisée encore plus céphaliquement. On met en place les deux lambeaux d'avancement jugaux.

Après suture séparée des plans muqueux et musculaires, les replis formés par la peau excédentaire le long des sillons labiomentonniere et nasogénien sont réséqués.

Après avancée musculaire, le modiolus est suturé par un point Vicryl 4/0. La peau est refermée en deux plans par du fil monobrin résorbable. La muqueuse est refermée par des points séparés de fil tressé résorbable.

2. La revascularisation

Principes généraux du temps chirurgical de revascularisation digitale:

➤ Délai:

Paradoxalement, l'urgence est ici plus grande qu'en cas d'amputation totale. Le fragment dévascularisé est en effet livré à des conditions d'ischémie dite « Chaude » car il est en pratique difficile de le réfrigérer.

➤ Chronologie :

Lorsqu'on est confronté à un traumatisme complexe, associant des lésions cutanées, pédiculaires et tendineuses, le temps de revascularisation fait suite au temps d'ostéosynthèse.

Il est en effet plus facile de procéder à ce temps microchirurgical lorsque la longueur est restaurée et le squelette stabilisé.

- **Revascularisation par suture artérielle directe** [20] :

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

Les deux axes artériels doivent être examinés successivement sous microscope.

Une recoupe perpendiculaire à l'axe du vaisseau s'effectue aux micro ciseaux en éliminant la zone de contusion.

Au terme de ce paragraphe et après adventicectomie circonférentielle l'examen doit retrouver une paroi saine, de tonus normal, sans délamination pariétale.

Lorsque le parage a été limité en étendue, ce qui est le cas dans les sections franches, le rétablissement du flux artériel va pouvoir être assuré par une simple suture terminoterminal.

- **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. 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.

Plaies dévascularisantes (21):

- **Clinique:**

Perte ou diminution de la turgescence tissulaire, éventuellement aspect marbré de la peau.

Baisse de température du segment distal.

Perte du pouls distal. Test d'Allen des artères radiale et ulnaire.

Douleur, perte de la motricité et/ou de la sensibilité en fonction des lésions associées.

- **Examens complémentaires:**

Radiographies pour évaluer d'éventuelles lésions osseuses ou des débris (armes à feu).

Doppler des axes artériels d'une amputation.

Exploration et débridement (plaie par balle).

Angiographie pour obtenir un bilan précis des lésions artérielles.

➤ **Traitement chirurgical:**

Le traitement chirurgical est toujours indiqué et répond aux mêmes critères d'urgence que lors us les tissus dévitalisés ou souillés.

Bilan lésionnel extensif.

Réparation des différentes structures (dans l'ordre : stabilisation osseuse, revascularisation microchirurgicale, tendons, nerfs.

Recours large aux greffons (veineux et nerveux) en cas de perte de substance.

Fasciotomie compartimentale en cas de syndrome de loges associé
Fermeture cutanée pas trop hermétique en faisant attention aux compressions secondaires.

Couverture antibiotique à large spectre en cas de plaie souillée.

➤ **Traitement postopératoire:**

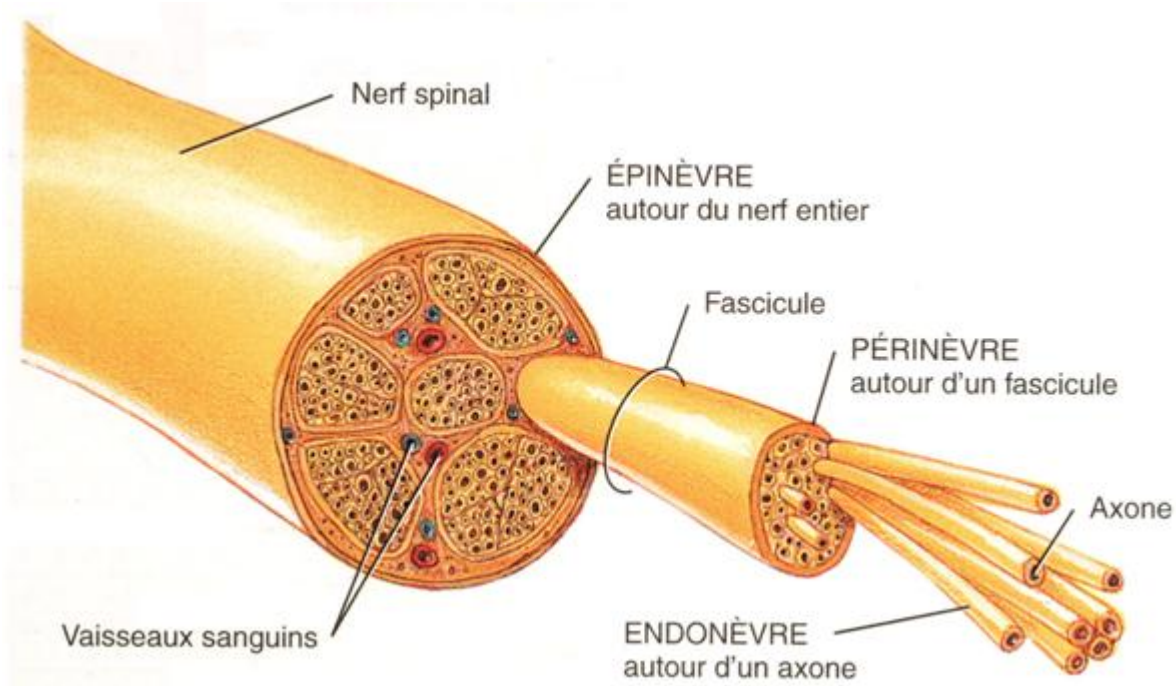
Traitement préventif intensif de l'œdème (surélévation, corticostéroïdes).
Traitement anti thrombotique et suivi similaire à celui des amputations durant 7 à 10 jours.

Reprise chirurgicale en cas d'ischémie.

Réhabilitation ciblée selon les lésions dès régression de l'œdème.

3. Suture nerveuse

a) Rappel anatomique



Figure* : Anatomie du nerf périphérique

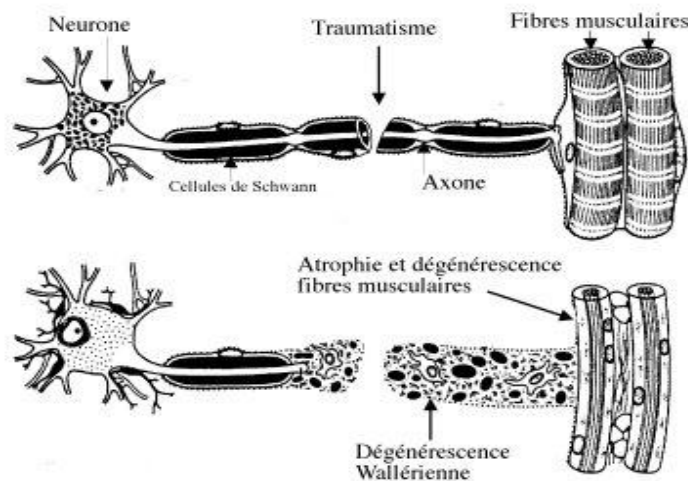
b) Anatomopathologie : classification des lésions nerveuse ^{(23) (24) (25)}

| Seddon(1943) | Sunderland | Lésions anatomique | Récupération |
|--------------|------------|--|-----------------------------|
| Neuropraxie | Degré 1 | Atteinte de la myéline | Complète et rapide |
| | Degré 2 | Atteinte de l'axone (A) | Complète et lente (1 mm/jr) |
| Axonotmésis | Degré 3 | Atteinte de l'axone et épiniérve (A+E) | Possible mais partielle |
| | Degré 4 | Atteinte de l'axone, épiniérve et périniérve (A+E+P) | Aucune |
| Neurotmésis | Degré 5 | Section nerveuse | Aucune |

c) Physiopathologie

➤ Dégénérescence nerveuse

| Bout distal | Gliome dure 3s |
|-----------------------------|---|
| Rétrograde du bout proximal | Quelques mm s'étendent (sévérité) sensitive+++motrice |
| Les plaques motrices | Max vers le 3ème mois |
| Les récepteurs sensitifs | Plus résistant que les fibres musculaires |



➤ Régénérescence

C'est la repousse axonale après section nerveuse

d) Gestes de réparation nerveuse

➤ Clinique [26]:

- examen minutieux séparé de chaque muscle.
- cotation à reporter précisément.
- examen et dessin de zones cutanées de sensibilité altérée.
- indice de suspicion élevé : plaies pénétrantes.

- Nerf sensitif : hypoesthésie ou anesthésie dans le territoire concerné.
- Nerf moteur : parésie ou paralysie.
- Nerf mixte : association de deux déficit sensitivomoteurs, à des degrés divers en cas de lésion de type Axonotmésis.
- Signe de (pseudo-)Tinel : percussion du site lésionnel produisant une sensation électrique douloureuse.

➤ **Paraclinique:**

Les radiographies standard sont toujours indispensables pour éliminer toutes lésions ostéoarticulaires associées et rechercher d'éventuels corps étrangers. L'imagerie par résonance magnétique nucléaire (IRMN) est, à l'heure actuelle, le meilleur examen d'imagerie pour l'exploration des lésions nerveuses.

➤ **Prise en charge en urgence:**

Matériel nécessaire:

- Microfil : le fil doit être plus fin que la structure à suturer.
- 2 pinces à disséquer.
- 1 porte aiguille courbe.
- des ciseaux.
- une pipette avec canule mousse.
- des clamps simples et surtout des doubles clamps.
- Un fond de couleur synthétique découpé à la demande pour isoler du champ opératoire les structures à suturer.
- Le quadrillage du champ microchirurgical avec des compresses humides est très utile : il permet de retrouver facilement une aiguille sauteuse et son fil.
- Moyens de magnification optique : Lunettes grossissantes ou microscope.

❖ **Techniques de base**

- Suture directe
- Neurolyse
- Greffe nerveuse

❖ **Possibilités thérapeutiques**

| Degré lésionnel | | Possibilité thérapeutiques |
|-----------------|-----------------------------------|-----------------------------|
| 1 | Neuropraxie | Aucune |
| 2 | Axonotmesis | Aucune |
| 3 | | Aucune ou neurolyse |
| 4 | | Réparation nerveuse /greffe |
| 5 | Neurotmésis | Réparation nerveuse/greffe |
| 6 | Variable d'un fascicule à l'autre | |

- **Suture primaire directe en urgence:**

Elle est indiquée devant toute section totale ou partielle, nette et sans perte de substance:

L'intervention se déroule :

- Sous garrot pneumatique, bloc plexique ou anesthésie générale.
- Premier temps opératoire : préparation des extrémités nerveuses, et parage de la plaie.
- Ensuite il faut disséquer les extrémités nerveuses sur une courte distance 1 cm, sans aucune dissection intranerveuse pour éviter de dévasculariser le nerf ou de provoquer une réaction de fibrose.

- Puis Les tranches de section nerveuse seront lavées avec une solution de Ringer en évitant le sérum physiologique qui peut décalcifier le nerf
- L'examen au fort grossissement des extrémités nerveuses permet de réséquer une zone de contusion très localisée et de réséquer le tissu intraneural qui fait hernie au niveau des tubes périneuraux.
- Il importe également de régulariser, toujours au ciseau de microchirurgie, l'épinèvre pour éviter son invagination.
- L'affrontement des tranches et la suture nerveuse doivent se faire dans une position d'allongement des articulations et sous tension physiologique.

- **Suture directe secondaire :**

Après repérage et rapprochement des extrémités nerveuses

Après 6 à 8 semaines, dès cédation des phénomènes inflammatoires

Suture sans tension excessive

Types de sutures:

1. suture épineurale: elle rapproche les extrémités nerveuses par l'épinèvre rendant étanche la zone d'anastomose.
2. suture interfasciculaire: elle rapproche les extrémités nerveuses par l'épinèvre et le conjonctif interfasciculaire.
3. suture périneurale: suture des groupes fasciculaire elle n'est réalisable que si le nerf présente une disposition paucifasciculaire.
4. suture épi-périneurale [27] : proposée par Bourrel est aujourd'hui la technique la plus utilisée elle permet d'associer l'étanchéité des points épineuraux à l'alignement des groupes fasciculaire conféré par les points épi-périneuraux.

Technique

1 point postérieur médian

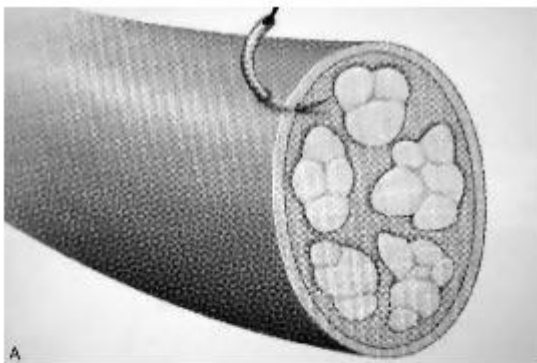
2^{ème} point antérieur, médian

Deux points latéraux

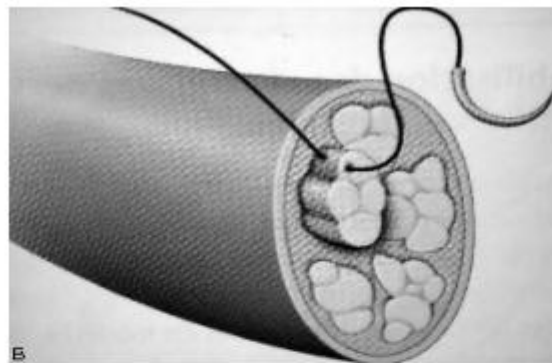
Autres points complémentaires à la demande

Epinèvre étanche+++++

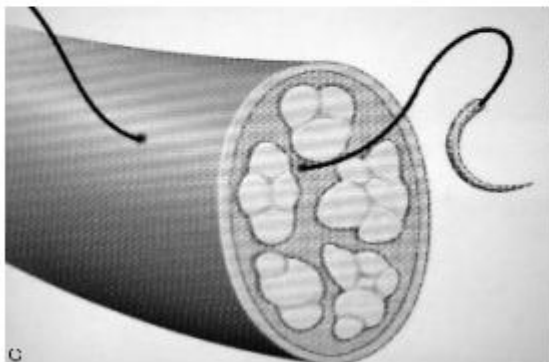
Immobilisation++++



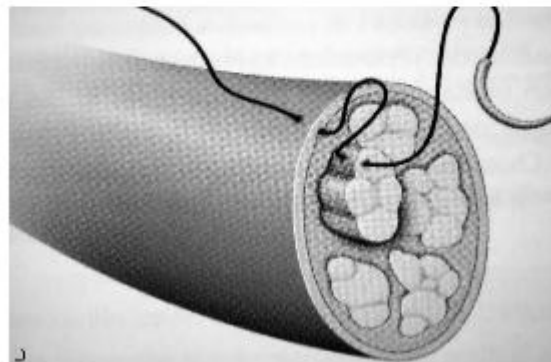
A : Suture épineurale



B : Suture fasciculaire



C : suture inter-fasciculaire



D : suture épipéri-neurale

Figure* type de suture réparation nerveuse

- **Neurolyse**

Technique exoneurolyse ou neurolyse externe

Neurolyse interne: risque de hernie de tissu nerveux

Indication

Pathologie du tissu de glissement = fibrose

Après réparation nerveuse.

- **Autogreffe nerveuse** (28) (29) (30)

Indication

Lésion vue en secondaire

Lésion contuse avec perte de substance

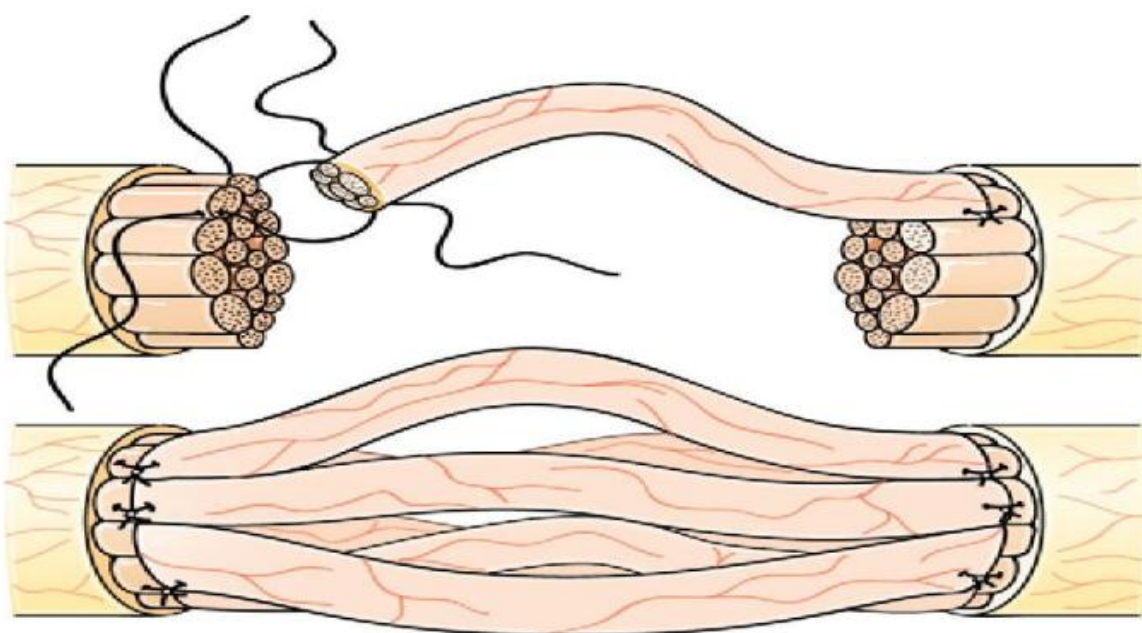
Technique

Loin des effecteurs

Greffe en câble à orientation fasciculaire

Près des effecteurs

Greffe interfasciculaire



Figure* : technique de greffe interfasciculaire

Suites post-chirurgicales [31]:

- Immobilisation limitée à quelques jours pour les petits nerfs, à 3 semaines pour les troncs nerveux, puis mobilisation progressive.
- Informer et rassurer le patient sur le processus régénératif est essentiel.
- Lui expliquer ses sensations et l'origine des douleurs.
- Contrôle régulier de l'évolution clinique
- Exercices et manœuvres de stimulation de la zone opérée.
- Maintien de la mobilité articulaire des segments concernés.
- Stimulation électrique transcutanée des muscles dénervés.
- Réhabilitation sensitive.

Facteurs influençant la qualité de la repousse nerveuse [32] :

- l'âge du blessé : avant l'âge de 10 ans la récupération est souvent excellente, elle chute après 50 ans.
- le mécanisme lésionnel a une importance majeure: les contusions ou traumatismes directs sont de meilleur pronostic qu'une lésion étagée ou un étirement.
- les lésions distales ont un meilleur pronostic.
- les meilleurs résultats sont obtenus après suture directe contrairement à la greffe intercalaire.
- la récupération est meilleure pour les nerfs sensitifs.
- La qualité de la suture : la compétence de l'équipe chirurgicale reste un facteur non négligeable.

B. en chirurgie programmée

Essentiellement les lambeaux libres

1. Définition

Le lambeau est une structure tissulaire d'emblée vivante transféré vers un site receveur et Possède sa propre vascularisation.

La réalisation d'un lambeau consiste à transférer un tissu vascularisé d'un endroit à un autre. Cette technique est utilisée pour combler une perte de substance qui peut être liée à un traumatisme ou à l'exérèse chirurgicale d'une lésion.

A la différence d'une greffe dont la vitalité dépend uniquement de la revascularisation fournie par le site receveur, le lambeau possède sa propre vascularisation assurée par des vaisseaux sanguins (artères et veines).

Dans le cas des lambeaux à distance, la vascularisation est assurée en général par une artère principale et une (ou deux) veine principale. Les deux ensembles sont appelées pédicule vasculaire. C'est par lui que va transiter le flux sanguin qui assurera la vitalité du lambeau.

Lorsque le zone donneuse est trop éloignée de la zone receveuse (exemple : reconstruction mandibulaire par un lambeau de péroné) le pédicule est trop court pour transférer directement le lambeau sur la zone receveuse. Il est alors sectionné et rebranché sur des vaisseaux proches de la zone receveuse. On parle alors de lambeau libre ou microchirurgical car les vaisseaux sanguins du pédicule (artère et veine) doivent être suturés à l'aide de techniques microchirurgicales (microscope et fils très fins).

2. Lambeaux à distances

- Lambeaux du grand dorsal

Ce lambeau universel est le plus fiable et le plus vaste, sa morbidité en est faible. Son caractère musculaire pur ou en association avec une ou plusieurs palettes cutanées en font un lambeau très compliant.

La dissection et l'individualisation de son pédicule est facile et sa tolérance aux variations de débits est excellente. S'agissant d'un lambeau musculaire, le débit vasculaire de base de ce lambeau est élevé.

Le site donneur de ce lambeau ne présente aucune difficulté de cicatrisation et parfois une greffe de peau mince permettra d'accélérer le processus.

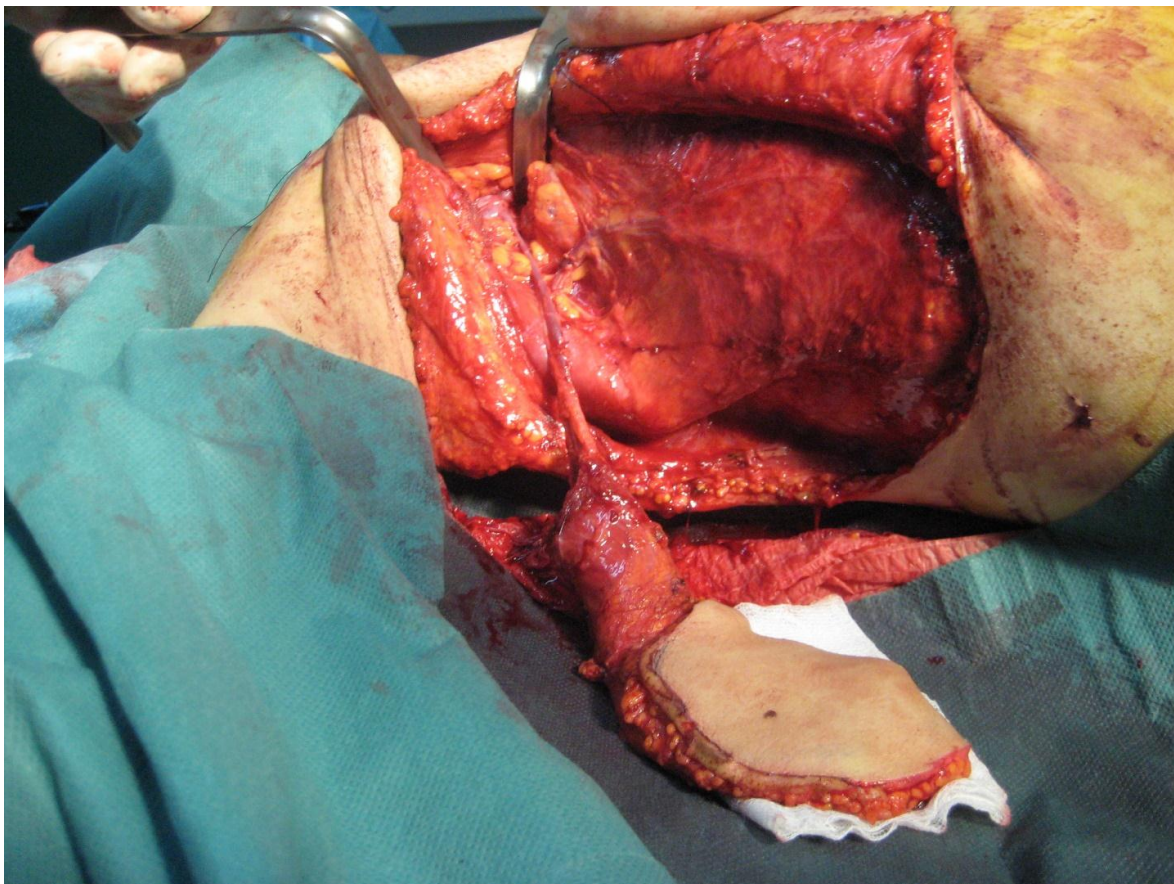


Image n° 20 : lambeau du grand dorsal

Iconographie : collection Professeur MOUMNI



Image n°21 : lambeau grand dorsal

Iconographie : collection professeur MOUSSAOUI

3. Lambeaux microchirurgicaux

- **Lambeau de péroné**

Le lambeau est prélevé sur la jambe. Il comprend habituellement la peau, le tissu sous-cutané, du muscle et une partie du péroné. Une greffe de peau est réalisée la zone de prélèvement en général lors de la même intervention. Cela laisse donc une cicatrice au niveau de la zone de prélèvement du lambeau (face interne de cuisse) et une cicatrice au niveau de la zone greffée.

Le lambeau prélevé est placé sur la zone receveuse et les vaisseaux sanguins sont rebranchés sur des vaisseaux dans cette zone.



Image n° 25 : lambeau de péroné

Iconographie : servie de chirurgie plastique HMMI

4. Exemple de lambeau utilisés à distance

Tableau : exemple de lambeaux utilisés à distance

| Type de lambeau | Indication |
|---|---|
| Lambeau de grand pectoral | Ce lambeau est utilisé en région cervicale, dans un but de protection muqueuse et/ou vasculaire, voire de reconstruction d'une perte de substance cutanée ou musculo cutanée cervicale .Les indications sont néanmoins actuellement moins fréquentes en raison de l'émergence et de la variété des lambeaux micro anastomosés répondant aux spécificités de chaque perte de substance |
| Lambeau antébrachial | Il s'agit du lambeau micro anastomosé le plus fréquemment utilisé en reconstruction cervico-faciale en raison de ses indications multiples, de sa facilité de prélèvement, de sa fiabilité, de sa plasticité et du peu de séquelles engendrées au niveau du site donneur |
| Lambeau antérolatéral de la cuisse | En comparaison au lambeau antébrachial, il bénéficie d'une faible morbidité en raison de la fermeture cutanée directe du site donneur, mais il présente l'inconvénient de variations anatomiques concernant son pédicule vasculaire et, surtout, d'un encombrement spatial et d'une plasticité moindres en raison de l'épaisseur de son panicule adipeux. |
| Lambeau de fibula | Il occupe une place de premier choix dans les reconstructions mandibulaires et des tissus adjacents, avec également la possibilité secondairement de mettre en place des implants dentaires. En raison de la longueur d'os disponible d'environ 25 cm |
| Lambeau de grand dorsal | Le lambeau de grand dorsal a longtemps été le lambeau à tout faire en chirurgie reconstructrice cervico faciale, mais ses indications se sont restreintes en raison de l'émergence des lambeaux fasciocutanés. Cependant, en raison de sa grande disponibilité tissulaire, il reste un excellent recours pour la reconstruction des pertes de substance faciales étendues, que ce soit sous sa forme musculaire pure ou musculocutané. |
| Lambeau epiploïque | Le transfert libre de grand épiploon est surtout indiqué pour la reconstruction des pertes de substance invétérées ou récalcitrantes telles que les radionécroses étendues des parties molles qui n'offrent généralement aucune possibilité d'intégration aux transferts tissulaires classiques, qu'ils soient cutanés, fasciocutanés ou musculaires En outre, la longueur exceptionnelle du pédicule gastroépiloïque droit peut permettre une vascularisation du transplant epiploïque en dehors de l'aire cervicale en cas d'absence de vaisseaux receveurs cervicaux, que ce soit sur les vaisseaux sous-claviers ou axillaires homolatéraux |
| Lambeau de grand droit abdominal | Ce lambeau est utilisé seul dans une grande variété de situations où un très long pédicule vasculaire est nécessaire puisqu'il peut atteindre 15 cm. Il est particulièrement bien adapté au comblement et au resurfaçage de cavités peu accessibles. |

VI-La microchirurgie à l'hôpital de notre contexte

Aléas et perspective

Jusqu'à présent plusieurs contraintes peuvent freiner le développement de la microchirurgie réparatrice à savoir :

- Insuffisance du matériel sophistiqué.
- Le manque du personnel spécialisé dans ce domaine (seulement deux chirurgiens à l'HMMI)
- Le manque du personnel paramédical formé dans ce domaine
- Absence d'unité de microchirurgie au sein de l'hôpital

Conscient de l'intérêt et l'importance de cette chirurgie, il est donc impératif d'agir sur tous ces facteurs.

CONCLUSION

Les urgences réparatrices sont nombreuses et éparpillées entre différentes spécialités, elles constituent donc un véritable défi de prise en charge aux urgences.

Leur parfaite connaissance constitue le point pivot de l'organisation pour une bonne prise en charge ainsi que la bonne marche des urgences globalement.

Dans cette perspective, ce travail a été réalisé pour établir un manuel des principales urgences réparatrices rencontrées au service des urgences en se basant sur des données scientifiques.

Conscient de l'intérêt d'une prise en charge uniformisée, ce travail constituera une base à partir de laquelle nous espérons développer un livre de protocoles destiné à harmoniser les conduites à tenir des chirurgiens reconstructeurs devant des situations d'urgence dans le but de réduire la morbi-mortalité et d'obtenir les meilleurs résultats esthétiques et fonctionnels.

RÉSUMÉ

Résumé

La microchirurgie en chirurgie réparatrice : aspect théorique et cas clinique

La microchirurgie reconstructrice ou réparatrice est une avancée technique majeur dans le domaine de la chirurgie plastique.

Elle a pour fonction de traiter une très grande variété de perte de substance tissulaire (peau, muscle, tendons, neufs, vaisseaux, os...etc.) Causée par des traumatismes, des malformations ou par le traitement chirurgical d'un cancer.

Nous proposons à travers ce travail une mise au point sur :

- Les principes de la microchirurgie
- Modalités d'apprentissage
- Défis et aléas techniques
- Indication en urgence et en chirurgie programmée

Nous proposons des illustrations par des cas cliniques de reconstruction des membres, de la mandibule, des réimplantations et de revascularisation.

Abstract

Microsurgery in reconstructive surgery: theoretical aspect and clinical case

Reconstructive or reconstructive microsurgery is a major technical advance in the field of plastic surgery.

Its function is to treat a very wide variety of tissue loss (skin, muscle, tendons, vessels, vessels, bones ... etc.) caused by trauma, malformations or surgical treatment of cancer.

We propose through this work an update on:

- The principles of microsurgery
- Learning modalities
- Challenges and technical hazards
- Indication in emergency and programmed surgery

We offer illustrations by clinical cases of limb reconstruction, mandible, reimplantation and revascularization.

ملخص

الجراحة المجهرية في الجراحة الترميمية: الجانب النظري والحالة السريرية

الجراحة المجهرية الترميمية أو الترميمية هي تقدم فني رئيسي في مجال الجراحة التجميلية.

وتتمثل مهمتها في علاج مجموعة واسعة جدًا من فقدان الأنسجة (الجلد والعضلات والأوتار والأوعية والأوعية والعظام ... إلخ)

الناجمة عن الصدمات أو التشوهات أو العلاج الجراحي للسرطان.

نقترح من خلال هذا العمل تحديثًا حول:

- مبادئ الجراحة المجهرية
- طرائق التعلم
- التحديات والمخاطر التقنية
- إشارة في حالات الطوارئ والجراحة المبرمجة

نحن نقدم الرسوم التوضيحية عن طريق الحالات السريرية لإعادة بناء الأطراف ، الفك السفلي ، إعادة زرع وإعادة التوعي.

BIBLIOGRAPHIE

- 1- Carrel A, La technique opératoire des anastomoses vasculaires et la transplantation des viscères. Lyon Med 1902; 98:859—63
- 2- Nylen CO. The microscope in aural surgery, its first use and later development. Acta Otolaryngol Suppl 1954; 116:226—40.
- 3- Jacobson JH 2nd. The early days of microsurgery in Vermont. Mt Sinai J Med 1997; 64:160—3
- 4- Tamai S. History of microsurgery. Plast Reconstr Surg. Déc 2009 124(6Suppl):e282-94.
- 5- Tamai S. History of microsurgery--from the beginning until the end of the 1970s. Microsurgery. 1993; 14(1):6-13.
- 6- Qassem Q. [A little story of microsurgery]. Ann Chir Plast Esthét. 2014 Oct; 59(5):301-5.
- 7- IM Braverman. The microcirculation of the skin (2000). Journal of Investigative Dermatology Symposium Proceedings 5:3±9, 2000
- 8- Dautel G, Faivre S. Replantations digitales. EMC, Techniques chirurgicales - orthopédie - traumatologie. Paris : Elsevier Masson SAS, 2006;44-380
- 9- E. Biemer, « Definition and classification in replantation surgery », British J. of Plastic Surgery (1980), 33, p.164-168
- 10- S. Barbary, Phillippe Livernaux & Christophe Chantelot, « Plaies Complexes : replantations », p.269-291, La traumatologie des parties molles de la main, Ed. Springer, 2011.
- 11- Neil F. Jones, MD, FRCS, James Chang, MD, & Parivash Kashani, OTR/L «The Surgical & Rehabilitative aspect of replantation & Revascularization of the Hand » (Chapter)

- 12- James Chang, « Twelve simple maneuvers to optimize digital replantation and revascularisation », *Techniques in Hand and Upper Extremity Surgery* 8 (3) : 161–166, 2004
- 13- Nicolas Robert, « Le reposition Flap : une Alternative à la régularisation lors des amputations distales de doigt », Thèse pour le D.E. de médecine générale, D.E.S chirurgie.
- 14- Bozonnet E, Sadek H, Bettega G, Lebeau J, Raphaël B. Replantation du pavillon de l'oreille selon la technique de Mladick : à propos de six cas. *Ann Chir Plast Esther* 2006;51:38—46
- 15- Kind GM, Buncke GM, Placik OJ, Jansen DA, D'Amore T, Buncke HJ. Total ear replantation. *Plast Reconstr Surg* 1997; 99:1858—67.
- 16- Schiavon M, Cagnoni G. Salvage of an amputated ear temporarily lodged in a forearm. *Plast Reconstr Surg* 1995; 96:1698—701.
- 17- Pennington DG, Lai MF, Pelly AD. Successful replantation of a completely avulsed ear by microvascular anastomosis. *Plast Reconstr Surg* 1980; 65:820—3.
- 18- Pribaz JJ, Crespo LD, Orgill DP, Pousti TJ, Bartlett RA. Ear replantation without microsurgery. *Plast Reconstr Surg* 1997; 99:1868—72.
- 19- Mladick RA, Horton CE, Adamson JE, Cohen BI. The pocket principle: a new technique for the reattachment of a severed ear part. *Plast Reconstr Surg* 1971; 48:219—23.
- 20- Schmidt DM, McClinton MA. Microvascular anastomoses in replanted fingers: Do they stay open? *Microsurg* 1990 ; 11(3) : 251–4. Générale, Université Val de Marne, Faculté de Médecine de Créteil, Année 2009.
- 21- Hess AV. Treatment of vascular injuries from penetrating and nonpenetrating trauma. *Hand Clin* 1999; 15(2):249–59.

- 22– Bozonnet E, Sadek H, Bettega G, Lebeau J, Raphaël B. Replantation du pavillon de l'oreille selon la technique de Mladick : à propos de six cas. *Ann Chir Plast Esther* 2006;51:38–46
- 23– Lundborg G, Danielsen N. Injury, degeneration and regeneration. In: *Operative Nerve Repair and Reconstruction*. Edited by Gelberman Rh Philadelphia: JB Lippincott Company; 1991. p. 109–131
- 24– Sunderland S. *Nerve Injuries and Their Repair. A Critical Appraisal*. Edinburgh: Churchill Livingstone; 1991.
- 25– Sunderland S. *Nerves and Nerve Injuries*. Edinburgh: Churchill Livingstone; 1972.
- 26– Elfar J, Petrungaro JM, Braun RM, Cheng CJ, Gupta R, Labore A et al. Peripheral nerve injuries. In: *ASSH Manual of Hand Surgery*, 1st ed. Hammert WC, Calfee RP, Bozentka DJ, Boyer MI. Lippincott Williams & Wilkins Philadelphia 2010, 326–342.
- 27– Campbell WW. Evaluation and management of peripheral nerve injury. *Clin Neurophysiol* 2008;119 :1951–65
- 28– Trehan SK, Model Z, Lee SK. Nerve Repair and Nerve Grafting. *Hand Clin*. 2016 May;32(2):119–25
- 29– Salasche SJ, Bernstein G, Senkarik M. *Surgical anatomy of the skin*. Norwalk, CT: Appleton and Lange; 1988
- 30– Robinson JK, Hanke CW, Sengemann RD, Siegel DM. *Surgery of the skin: procedural dermatology*. Elsevier Mosby, 2005
- 31– Foucher G. La revascularisation des arrachements digitaux par bague. *Ann Chir Main* 1986 ; 5(3) : 256–9.
- 32– Lakhel A, Carsin H, Cantaloube D. Indications des substituts cutanés chez le brûlé. In: *Encycl Med Chir (EMC). Techniques chirurgicales. Chirurgie plastique*

- reconstructive et esthétique. Issy-les-Moulineaux: Elsevier-Masson; 2000. p. 45-15
- 33- James Chang, « Twelve simple maneuvers to optimize digital replantation and revascularisation », *Techniques in Hand and Upper Extremity Surgery* 8 (3): 161-166, 2004.
- 34- Nicolas Robert, « Le reposition Flap : une Alternative à la régularisation lors des amputations distales de doigt », Thèse pour le D.E. de médecine générale, D.E.S chirurgie
- 35- p.1252-1271). *Rehabilitation of the Hand & the Upper extremity - Vol. 2 - Sixth Edition- Elsevier Mosby Ed*
- 36- S. Barbary, Phillippe Livernaux & Christophe Chantelot, « Plaies Complexes : replantations », p.269-291, *La traumatologie des parties molles de la main*, Ed. Springer,2011.
- 37- Dautel G, Faivre S. *Replantations digitales. EMC, Techniques chirurgicales - orthopédie - traumatologie. Paris : Elsevier Masson SAS, 2006;44-380.*
- 38- Tamai S. *History of microsurgery. Plast Reconstr Surg. 2009 Dec; 124(6 Suppl):e282-94.* Tamai S. *History of microsurgery*
- 39- Schmidt DM, McClinton MA. *Microvascular anastomoses in replanted fingers: Do they stay open? Microsurg 1990 ; 11(3) : 251-4.* Générale, Université Val de Marne, Faculté de Médecine de Créteil, Année 2009.
- 40- Nylén CO. *The microscope in aural surgery, its first use and later development. Acta Otolaryngol Suppl 1954; 116:226-40*
- 41- Pennington DG, Lai MF, Pelly AD. *Successful replantation of a completely avulsed ear by microvascular anastomosis. Plast Reconstr Surg 1980; 65:820-3.*

- 42- Pribaz JJ, Crespo LD, Orgill DP, Pousti TJ, Bartlett RA. Ear replantation without microsurgery. *Plast Reconstr Surg* 1997; 99:1868—72.
- 43- Mladick RA, Horton CE, Adamson JE, Cohen BI. The pocket principle: a new technique for the reattachment of a severed ear part. *Plast Reconstr Surg* 1971; 48:219—23.
- 44- Hess AV. Treatment of vascular injuries from penetrating and nonpenetrating trauma. *Hand Clin* 1999; 15(2):249–59.
- 45- Bozonnet E, Sadek H, Bettega G, Lebeau J, Raphaël B. Replantation du pavillon de l'oreille selon la technique de Mladick : à propos de six cas. *Ann Chir Plast Esther* 2006;51:38—46
- 46- Lundborg G, Danielsen N. Injury, degeneration and regeneration. In: *Operative Nerve Repair and Reconstruction*. Edited by Gelberman Rh Philadelphia: JB Lippincott Company; 1991. p. 109–131
- 47- Sunderland S. *Nerve Injuries and Their Repair. A Critical Appraisal*. Edinburgh: Churchill Livingstone; 1991.
- 48- Sunderland S. *Nerves and Nerve Injuries*. Edinburgh: Churchill Livingstone; 1972.
- 49- Ramachandran S, Chui CH-K, Tan B-K. The Chicken Aorta as a Simulation-Training Model for Microvascular Surgery Training. *Arch Plast Surg*. 2013; 40(4):327
- 50- Martin-Duverneuil N, Chiras J, Choufa A. Traumatismes maxillo-faciaux. In: Nahum Héd. *Imagerie maxillo-faciale*. Paris : Flammarion Médecine-Sciences, 1997 : 171–210
- 51- Heitz F, Montagne E, Meyer F, Buthiau D. *Imagerie médicale: radiologie conventionnelle sans produitdecontraste*.
Thoiry : éditions Médicales Heures de France, 1992 : 1–57

- 52- Dubayle P, Boyer B, Goasdoué P, David H, Le Clainche P, Pajoni D et al. Imagerie maxillo-faciale. Tomodensitométrie. Encycl Méd Chir (Éditions Scientifiques et Médicales Elsevier SAS, Paris), Stomatologie,22-010-D-30,1996:1-7
- 53- Dupuis MG, Dosch JC, Badoz A. Imagerie des traumatismes du massif facial. EncyclMédChir (Éditions Scientifiques et Médicales Elsevier SAS, Paris), Radiodiagnostic – Neuroradiologie–Appareil locomoteur, 31-652-B-10,1994 : 1-15
- 54- Merle M. Bilan lésionnel et stratégie. In. La main traumatique. L'urgence. 3e édition. Editor Merle Dautel Masson Paris 2010: 33-9.
- 55- Turker T, Capdarest-Arest N. Management of Gunshot Wounds to the Hand: A Literature Review. J Hand Surg 2013 ;(38A):1641-50.
- 56- Hess AV. Treatment of vascular injuries from penetrating and nonpenetrating trauma. Hand Clin 1999; 15(2):249-59.
- 57- Dubert T. Techniques actuelles de suture primitive des tendons fléchisseurs. Chir de la main 2002;(21):218-24.
- 58- Newport ML. Extensor tendon injuries in the hand. J AM Acad Orthop Surg 1997; 5:59-66.
- 59- Sokolow C. Les phlegmons des gaines digitales in Infections de la main. In: Ebelin M, editor. Monographie du Gem 25. Paris: Expansion Scientifique Publications;1998. p. 19-26.
- 60- Roulot É et Ebelin M. Infections de la main et des doigts. Encycl Méd.Chir. Editions Scientifiques et Médicales Elsevier SAS. Paris. Appareil locomoteur, 14-070-A-10, 2000, 14 p.

- 61– Whallett EJ, Stevenson JH, Wilmshurst AD. Necrotising fasciitis of the extremity. *J Plast Reconstr Aesthet Surg* 2010; 63:469–73.
- 62– R. BLETON., les fasciites nécrosantes. Pp 37–43. M. Ebelin., les infections de la main, Monographie de la Société Française De Chirurgie de la Main (GEM).
- 63– Richard JC, Vilain R. Les arthrites aiguës des doigts. À propos de quatre-vingt-sept observations. *Ann Chir Main* 1982;1:214–20.
- 64– Smoot EC, Robson MC. Acute management of foreign body injuries of the hand. *Ann Emerg Med* 1983 ;(12):434–7.
- 65– Le manuel du résident technique chirurgicales chirurgie plastique
- 66– Saint-Cyr M, Schaverien MV, Rohrich RJ. Perforator flaps: history, controversies, physiology, anatomy, and use in reconstruction. *Plast Reconstr Surg* 2009; 123:132e–45e.
- 67– Bloemen MC, Van Leewen MC, Van Zuijlen PP et al. Dermal substitution in acute burns and reconstructive surgery: a 12-year follow-up. *Plast Reconstr Surg*. 2010; 125(5):14509
- 68– Wei FC, Celik N. Perforator flap entity. *Clin Plast Surg* 2003;
- 69– Burke JF, Yonnas IY, Quinby Jr W, Bondoc C, Jung WK. Successful use of a physiologically acceptable artificial skin in the treatment of extensive burn injury. *Ann Surg*. 1981; 194(4):413–28
- 70– Koshima I, Inagawa K, Yamamoto M, Moriguchi T. New microsurgical breast reconstruction using free paraumbilical perforator adiposal flaps. *Plast Reconstr Surg* 2000;106:61–5..
- 71– Narushima M, Koshima I, Mihara M, Uchida G, Gonda K. Intravascular stenting (IVaS) for safe and precise supermicrosurgery. *Ann Plast Surg* 2008;60:41—4

- 72– Miyamoto S, Sakuraba M, Asano T, Tsuchiya S, Hamamoto Y, Onoda S, et al. Optimal technique for microvascular anastomosis of very small vessels: comparative study of three techniques in a rat superficial inferior epigastric arterial flap model. *J Plast Reconstr Aesthet Surg* 2010;63:1196—201
- 73– Ulusal AE, Ulusal BG, Hung LM, Wei FC. Temporary assisting suspension suture technique for successful microvascular anastomosis of extremely small and thin walled vessels for mice transplantation surgery. *Plast Reconstr Surg* 2005;116: 1438—41
- 74– Koshima I, Nanba Y, Tsutsui T, Takahashi Y. Medial plantar perforator flaps with supermicrosurgery. *Clin Plast Surg* 2003;30: 447—55 [vii].
- 75– Kim JS, Choi TH, Kim NG, Lee KS, Han KH, Son DG, et al. The replantation of an amputated tongue by supermicrosurgery. *J Plast Reconstr Aesthet Surg* 2007;60:1152—5
- 76– Wei FC, Mancner K, Zuker RM. The temporary stenttechnique: an easier method of microvenous anastomosis. *Br J Plast Surg* 1982;35:92—5.
- 77– Camaioni A, Loreti A, Damiani V, Bellioni M, Passali FM, Viti C. Anterolateral thigh cutaneous flap vs radial forearm free-flap in oral and oropharyngeal reconstruction: an analysis of 48 flaps. *Acta Otorhinolaryngol Ital* 2008;28:7—12
- 78– Man LX, Selber JC, Serletti JM. Abdominal wall following free TRAM or DIEP flap reconstruction: a meta-analysis and critical review. *Plast Reconstr Surg* 2009;124:752—64.
- 79– Gedebou TM, Wei FC, Lin CH. Clinical experience of 1284 free anterolateral thigh flaps. *Handchir Mikrochir Plast Chir* 2002;34: 239—44