

UNIVERSITÉ DE LILLE

FACULTÉ DE MÉDECINE HENRI WAREMBOURG

Année : 2023

THÈSE POUR LE DIPLÔME D'ÉTAT
DE DOCTEUR EN MÉDECINE

**Télésurveillance des lambeaux digitaux via l'outil Pixacare :
Étude prospective de mise en application.**

Présentée et soutenue publiquement le 20 Octobre à 18h00
Au Pôle Recherche

Par Tanguy CHEVALIER

JURY

Président :

Madame le Professeur Véronique DUQUENNOY-MARTINOT

Assesseurs :

Monsieur le Professeur Christophe CHANTELOT

Monsieur le Professeur Pierre GUERRESCHI

Monsieur le Docteur Aurélien AUMAR

Directeur de thèse :

Madame le Docteur Line KHADDAJ

TABLE DES MATIERES

TABLE DES MATIERES	3
AVERTISSEMENT	5
LISTE DES ABREVIATIONS.....	7
INTRODUCTION.....	8
1. Contexte	8
2. Prise en charge des pertes de substances cutanées digitales	10
3. Anatomie vasculaire de la main et application aux lambeaux	11
3.1 Artère radiale	11
3.2 Artère ulnaire	13
3.3 Artères interosseuses	14
3.4 Vascularisation des doigts longs	16
4. Principaux lambeaux étudiés	18
5. Histoire de la télésurveillance (TS) par photographie	24
6. Pixacare.....	26
MATERIEL ET METHODE	28
1. Type d'étude	28
2. Design de l'étude.....	28
3. Population de l'étude.....	29
4. Recueil des données :	30
5. Critères de jugement	32
6. Analyse statistique.....	32
7. Éthique et aspects réglementaires	33
RESULTATS.....	34
1. Population étudiée	34
2. Critère de jugement principal	36
3. Critère de jugement secondaire	37
4. Données du suivi post-opératoire.....	39
DISCUSSION	40
1. Résultats	40
2. Limites	40
2.1 Multiplicité des opérateurs : difficultés et biais de recrutement.....	40
2.2 Biais de volontariat	41
2.3 Qualité photo	42
2.4 Refus de collaboration.....	42
3. Points forts.....	43
3.1 Satisfaction des patients.....	43

3.2 Satisfaction de l'équipe paramédicale :	43
3.3 Sécurité	44
3.4 Gain de temps	44
4. Perspectives	45
CONCLUSION	47
Bibliographie.....	48
ANNEXES	51

AVERTISSEMENT

La Faculté n'entend donner aucune approbation aux opinions émises dans les thèses : celles-ci sont propres à leurs auteurs.

DÉCLARATION DE NON PLAGIAT

J'atteste sur l'honneur que tout contenu qui n'est pas explicitement présenté comme une citation est un contenu personnel et original.

DÉCLARATION PUBLIQUE D'INTÉRÊT

Je certifie ne pas avoir d'intérêt direct ou indirect avec un organisme privé, industriel ou commercial en relation avec le sujet présenté.

LISTE DES ABREVIATIONS

BR	Brachio-radial
CHU	Centre Hospitalo-Universitaire
CNIL	Commission Nationale de l'Information et des Libertés
CPP	Comité de Protection des Personnes
DASH	Disabilities of the arm, shoulder and hand
DT	Diabète
FESUM	Fédération des services d'urgence de la main
FPD	Fléchisseur profond des doigts
FSD	Fléchisseur superficiel des doigts
FUC	Fléchisseur ulnaire du carpe
HDS	Hébergeur de données de santé
HTA	Hypertension artérielle
IRC	Insuffisance rénale chronique
LFP	Long fléchisseur du pouce
P1	1ère phalange
P2	2ème phalange
SFCM	Société française de Chirurgie de la Main
SpA	Spondylarthrite Ankylosante
TRC	Temps de recoloration cutanée
TS	Télésurveillance

INTRODUCTION

1. Contexte

En France, les traumatismes de la main sont fréquents : autour de 1,4 million par an, et près de la moitié d'entre eux nécessiteront une intervention chirurgicale. (1)

De manière classique ces patients sont pris en charge dans des structures spécialisées que sont les SOS mains. Ces centres spécialisés sont peu nombreux eu égard aux critères stricts (mais nécessaires) de leur accréditation par la Fédération des Services d'Urgence de la Main (FESUM) (2)

Un total de 67 centres sont donc ainsi répartis sur le territoire Français. (3) Si les centres sont globalement répartis équitablement sur l'ensemble du territoire, certaines régions semblent délaissées. Certaines villes se retrouvent parfois éloignées de plusieurs heures de voiture du centre SOS main le plus proche.

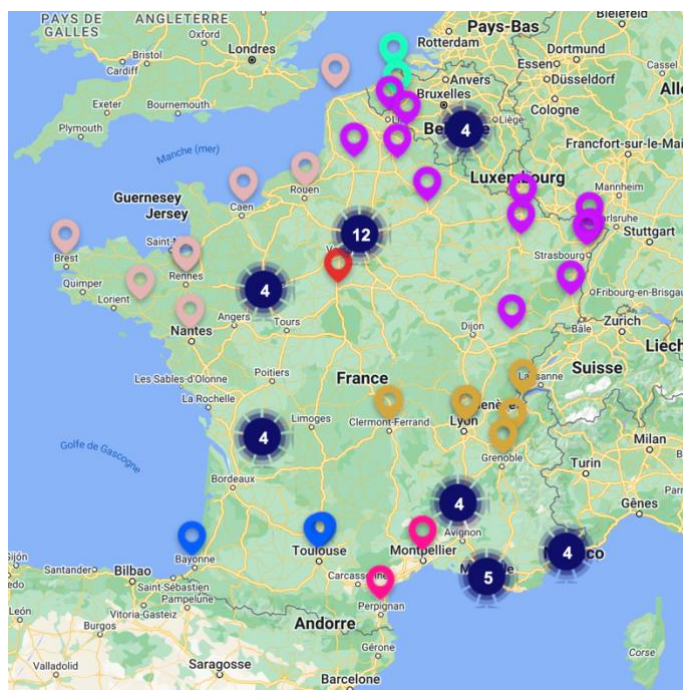


Figure 1 : (3)

Répartition des centres SOS main en France

Cela pose un problème du point de vue de l'accessibilité aux soins, tant à la phase aiguë, lors du traumatisme que lors du suivi post-opératoire. En effet, la chirurgie de la main dans le cadre de l'urgence est une spécialité à part entière nécessitant un suivi post-opératoire le plus souvent rapproché. C'est notamment le cas lorsque des lambeaux de recouvrement sont indiqués.

La chirurgie des lambeaux digitaux joue un rôle crucial dans la restauration fonctionnelle et esthétique des doigts après traumatisme complexe entraînant une perte de substance voire une amputation. Leur suivi est relativement lourd car il requiert une évaluation initiale répétée et fréquente de la cicatrisation afin d'adapter au mieux les soins et de détecter les complications éventuelles ; multipliant ainsi le nombre de déplacements en consultation post opératoire pour le patient, ainsi que le nombre de consultations pour le praticien.

Si les consultations post-opératoires sont assez rapprochées dans le temps (si ce n'est bi-hebdomadaire, au minimum hebdomadaire), il n'en est pas moins qu'elles sont souvent rapides. Pour cause, la phase initiale du suivi du lambeau s'attèle à évaluer sa viabilité puis sa cicatrisation. Cette expertise ne requiert en somme qu'un examen clinique assez rapide pour un praticien entraîné. Creech et Miller (4) ont défini les caractéristiques que devait combiner un bon outil de surveillance des lambeaux :

- L'innocuité de la méthode pour le patient ainsi que pour le lambeau
- La précision diagnostique
- Une capacité de réponse rapide,
- Une fiabilité du résultat.

Malgré toutes les avancées technologiques, le gold-standard de la surveillance des lambeaux reste l'examen clinique (5) qui évalue la couleur, la chaleur, le temps de recoloration cutanée (TRC), ainsi que la turgescence du lambeau. L'examen clinique peut éventuellement être complété par des scarifications du lambeau si un doute persiste. (6–9)

Dans une optique d'allègement du suivi post opératoire précoce, le suivi photographique des lambeaux digitaux par la télésurveillance (TS) a émergé comme une méthode simple et prometteuse pour répondre à cette problématique. Une TS efficace permettrait ainsi d'espacer les consultations en présentiel tout en assurant un suivi spécialisé ciblant les patients devant être reconvoqués plus précocement

2. Prise en charge des pertes de substances cutanées digitales

Les pertes de substance cutanée digitales peuvent avoir différentes étiologies : traumatiques dans la majorité des cas, infectieuses, tumorales ou par brûlure thermique, chimique voire électrique. (10)

Une peau fine, sensible et élastique caractérise le revêtement cutané de la peau de la main. (11) Ces caractéristiques sont nécessaires à une main fonctionnelle qui sert d'interface sensorielle avec l'environnement. Le revêtement cutané fin de la main engendre la problématique d'exposition d'éléments nobles en cas de perte de substance. En effet, le système tendineux et vasculo-nerveux de la main est directement sous-cutané et donc exposé aux divers traumatismes. La reconstruction des pertes de substance s'attellera à reconstruire le plus fidèlement possible ce plan cutané pour qu'il soit souple mais robuste, sensible et esthétique, sans quoi la main ne remplira pas son rôle fonctionnel.

Toutes ces caractéristiques rendent la cicatrisation dirigée et les greffes de peau inappropriées dans la grande majorité des cas de couverture cutané digitale et notamment pulpaire. (12)

3. Anatomie vasculaire de la main et application aux lambeaux

La main bénéficie d'un réseau vasculaire très riche. La vascularisation artérielle est assurée par quatre artères principales que sont l'artère radiale, l'artère ulnaire et les artères interosseuses antérieure et postérieure. Ces artères s'anastomosent entre elles par le biais de quatre arcades artérielles.

3.1 Artère radiale

Elle naît de l'artère brachiale au niveau du pli du coude et chemine initialement à la face profonde du muscle brachio-radial (BR), à la face superficielle du rond pronateur et du fléchisseur superficiel des doigts (FDS) ainsi que du long fléchisseur du pouce (FPL). Elle se positionne à la face antérieure du radius distal, au niveau de la gouttière du pouls où elle abandonne un rameau carpien palmaire qui viendra s'anastomoser avec le rameau carpien palmaire de l'artère ulnaire pour former **l'arcade palmaire du carpe**.

Elle abandonne ensuite son rameau palmaire superficiel, qui peut traverser ou non le court abducteur du pouce pour venir s'anastomoser avec l'artère ulnaire et donner **l'arcade palmaire superficielle** dans 42% des cas. (13)

Elle poursuit son trajet en direction de la face dorsale du poignet, en cheminant la face profonde du premier compartiment des extenseurs. Elle devient alors le « rameau dorsal de l'artère radiale ». Après avoir croisé la face postérieure du trapèze, ce dernier abandonne le rameau carpien dorsal qui vient former **l'arcade dorsale du carpe**.

Cette arcade dorsale va fournir les 2^{ème}, 3^{ème} et 4^{ème} artères intermétacarpiennes dorsales, qui sont les pédicules à l'origine des lambeaux intermétacarpiens. (14)

Il donne ensuite la 1^{ère} artère intermétacarpienne dorsale, cheminant au bord dorso-radial du 2^{ème} métacarpien, qui est à l'origine du lambeau de Foucher dit « Cerf-volant ». (15) La dernière branche du rameau dorsal de l'artère radiale correspond à l'artère dorso-ulnaire du pouce qui naît peu après la 1^{ère} artère intermétacarpienne dorsale et qui est à l'origine du lambeau dorso-ulnaire de Brunelli, décrit pour la première fois en 1993. (16)

Le rameau dorsal traverse ensuite le muscle premier interosseux dorsal pour repasser en palmaire. Il abandonne à ce niveau un rameau palmaire profond qui vient s'anastomoser avec le rameau profond de l'artère ulnaire pour former **l'arcade palmaire profonde**.

Juste après avoir donné son rameau palmaire profond, l'artère radiale se termine en 2 branches palmaires profondes : l'artère digitale radiale de l'index et l'artère principale du pouce qui va donner les artères digitales propres radiale et ulnaire du pouce.

Ces artères digitales propres du pouce sont à l'origine des lambeaux de Möberg et O'Brien. (17)

3.2 Artère ulnaire

Elle naît également de l'artère brachiale au niveau du pli du coude, cheminant sous les muscles épitrochléens. Elle se superficialise au tiers distal de l'avant-bras, en cheminant en dehors du muscle fléchisseur ulnaire du carpe (FUC). Elle abandonne un rameau carpien palmaire pour l'arcade palmaire du carpe, et un rameau dorso-ulnaire qui va cheminer transversalement sous le FUC, environ 2 à 5cm en proximal du pisiforme (18). C'est ce rameau dorso-ulnaire qui est utilisé lors du prélèvement du lambeau dorso-ulnaire de Becker.

L'artère ulnaire chemine ensuite dans le canal de Guyon, avec le nerf ulnaire. A sa sortie du canal, elle donne une branche superficielle qui vient s'anastomoser avec l'artère radiale pour donner l'arcade palmaire superficielle. Cette anastomose est incomplète dans 58% des cas (13) et c'est alors la branche palmaire superficielle de l'artère ulnaire qui donne les artères digitales communes.

Elle donne enfin une branche profonde qui vient s'anastomoser avec le rameau palmaire issu de la branche dorsale de l'artère radiale pour former l'arcade palmaire profonde d'où naissent les artères intermétacarpiennes palmaires ainsi que les branches perforantes palmaires.

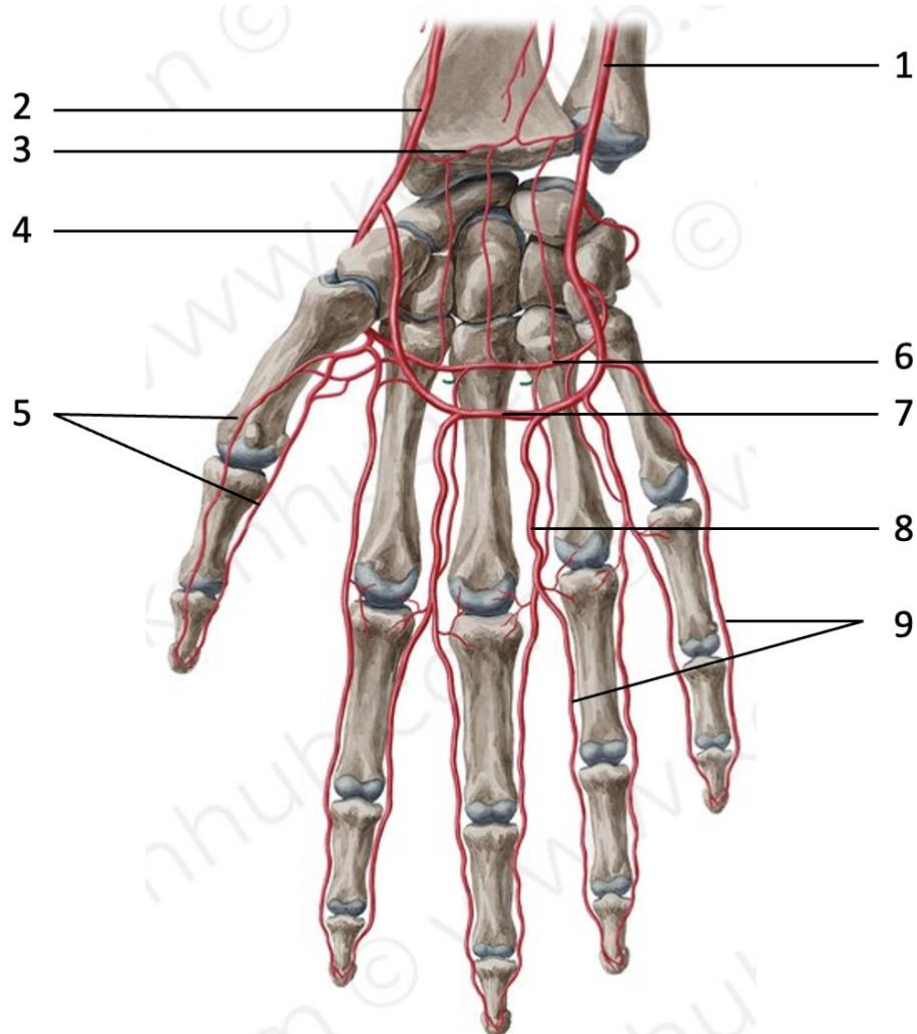


Figure 2 : Vascularisation artérielle palmaire de la main (Kenhub.com)

1. Artère ulnaire ; 2. Artère radiale ; 3. Arcade palmaire du carpe ; 4. Rameau dorsal de l'artère radiale ; 5. Artères propres du pouce ; 6. Arcade palmaire profonde ; 7. Arcade palmaire superficielle ; 8. Artère digitale commune ; 9. Artère digitale propre

3.3 Artères interosseuses

L'artère interosseuse antérieure naît de l'artère interosseuse commune elle-même issue classiquement de l'artère ulnaire. Elle chemine avec le nerf interosseux antérieur entre le muscle fléchisseur profond des doigts (FPD) en dedans et le LFP en dehors, à la face antérieure de la membrane interosseuse. Elle vient ensuite sous le muscle carré pronateur où elle se divise en un rameau palmaire qui vient s'anastomoser avec

l'arcade carpienne palmaire, et un rameau dorsal qui va traverser la membrane interosseuse pour venir s'anastomoser avec l'arcade carpienne dorsale. (19)

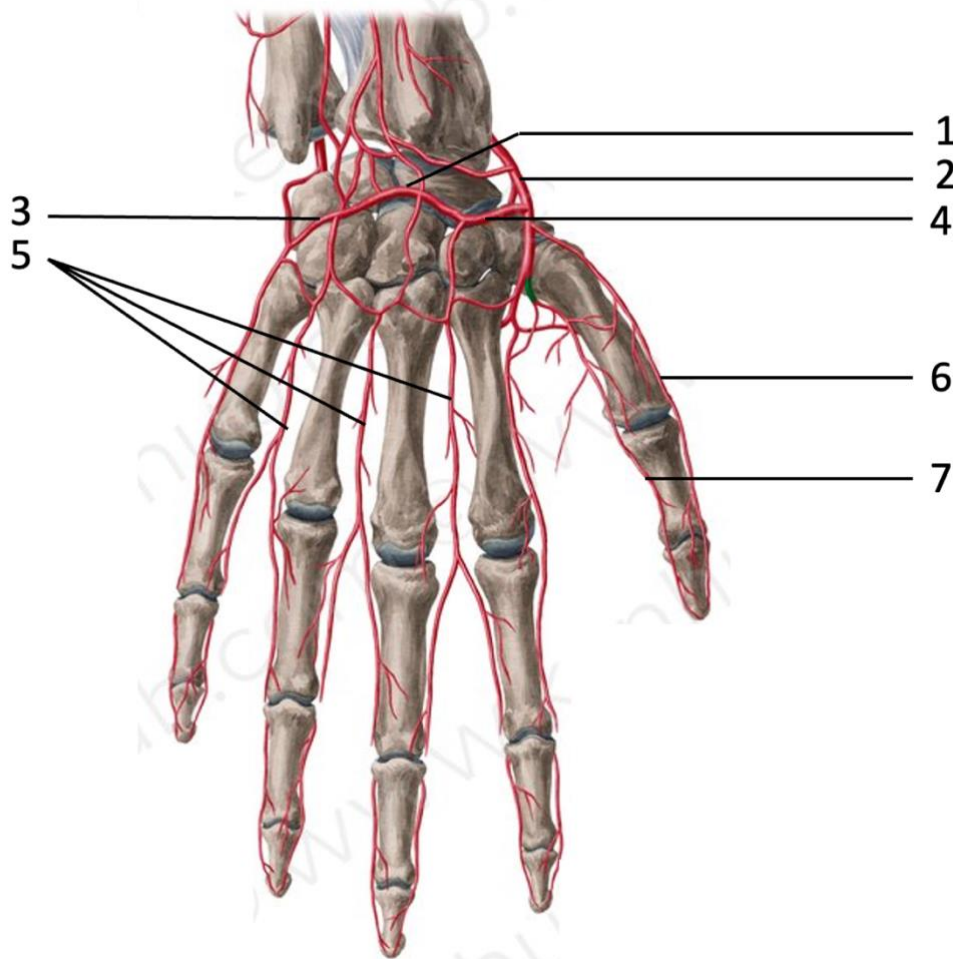


Figure 3 : Vascularisation artérielle dorsale de la main (Kenhub.com)

1. Arcade carpienne dorsale ; 2. Branche dorsale de l'artère radiale ; 3. Branche carpienne dorsale de l'artère ulnaire ; 4. Branche carpienne dorsale de l'artère radiale ; 5. Artères intermétacarpiennes dorsales ; 6. Artère digitale radiale dorsale du pouce ; 7. Artère digitale ulnaire dorsale du pouce.

L'artère interosseuse postérieure naît également de l'artère interosseuse commune, traverse la membrane inter osseuse, puis chemine à la face postérieure de l'avant-bras entre les muscles de la loge profonde de l'avant-bras en profondeur et les muscles extenseur propre du 5^{ème} rayon et extenseur ulnaire du carpe. Elle

s'anastomose en distalité avec le rameau dorsal de l'artère interosseuse antérieure et puis participe à l'arcade carpienne dorsale.

L'artère du nerf médian persiste à la main dans 8,6% des cas d'après Solewski et al, contribuant à la vascularisation de la main. (20)

3.4 Vascularisation des doigts longs

L'arcade palmaire superficielle abandonne trois artères digitales communes qui cheminent dans les 2^{ème}, 3^{ème} et 4^{ème} espaces interosseux. Ces artères digitales communes vont ensuite chacune se diviser en 2 branches pour donner le pédicule collatéral ulnaire et radial des doigts longs. Dans de rares cas, les artères digitales communes proviennent de l'arcade palmaire profonde. (21)

Le pédicule collatéral ulnaire du 5^{ème} doigt provient en règle générale directement de l'arcade palmaire superficielle. Le pédicule collatéral radial du 2^{ème} doigt provient quant à lui directement du rameau dorsal de l'artère radiale.

Les pédicules collatéraux sont à l'origine de la vascularisation des lambeaux homodactyles en îlot ainsi que du lambeau d'avancement-rotation de Hueston décrit pour la première fois en 1966. (22)

Les pédicules digitaux collatéraux vont s'anastomoser entre eux par le biais d'arcades palmaire transverses constantes, au nombre de trois (23,24) :

- L'arcade palmaire transverse proximale, située au niveau du col de la première phalange. (P1)
- L'arcade palmaire transverse moyenne, située au niveau du col de la 2^{ème} phalange (P2).
- L'arcade palmaire transverse distale, située juste en distalité de l'insertion du tendon FPD

C'est l'existence de ces arcades palmaires transverses qui permet la vascularisation du doigt sur un seul des pédicules collatéraux. C'est à l'arcade moyenne qu'il reviendra le rôle de vasculariser les lambeaux digitaux palmaires homodactyles en îlot *a contrario*. (25) L'arcade distale permet, elle, la réalisation du lambeau triangulaire pulpaire dit d'Atasoy via des branches pulpaire ascendantes. (22,23)

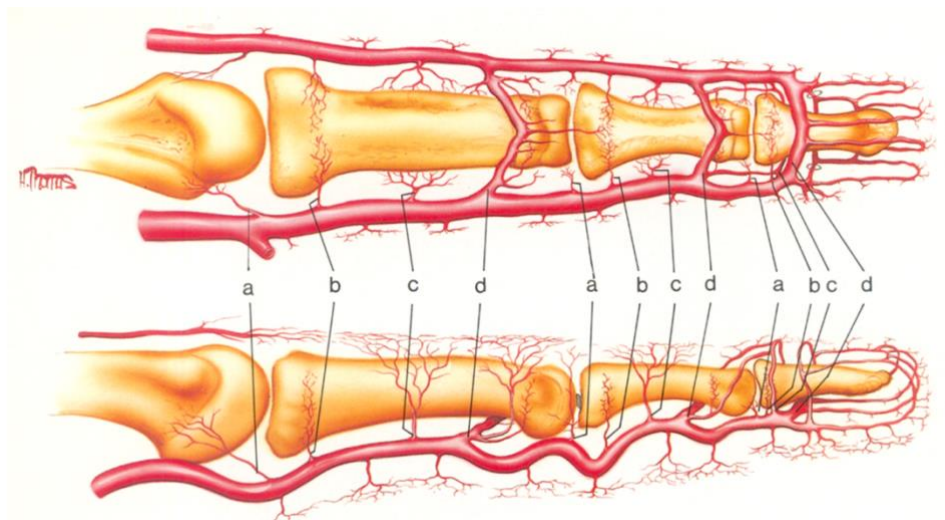


Figure 4 : Système artériel des doigts longs (23)

d : Arcades palmaires transverses

4. Principaux lambeaux étudiés

Lambeau d'Atasoy

Initialement décrit par Tranquili-Leali, en 1935 (26), il n'a été remis au goût du jour par Atasoy que plus tard. (27) Il s'agit d'un lambeau triangulaire d'avancement pulpaire, à sommet proximal, vascularisée par l'arcade anastomotique de la pulpe via l'artère centrale de la pulpe. Il permet un avancement modéré, pas plus de 5mm.

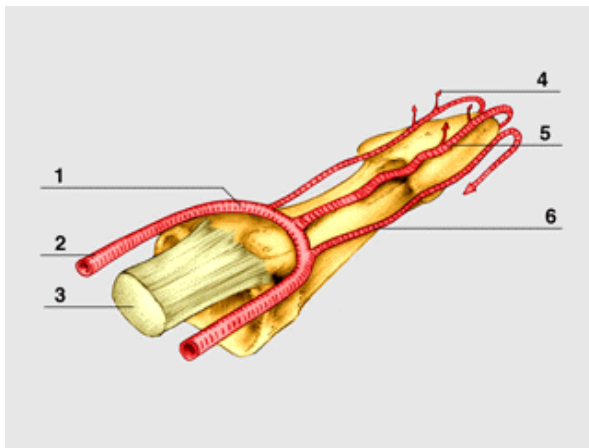


Figure 5 : Vascularisation pulpaire (1)

1. Arcade anastomotique pulpaire
2. Artère digitale collatérale palmaire
3. Insertion du tendon FPD
5. Artère centrale de la pulpe

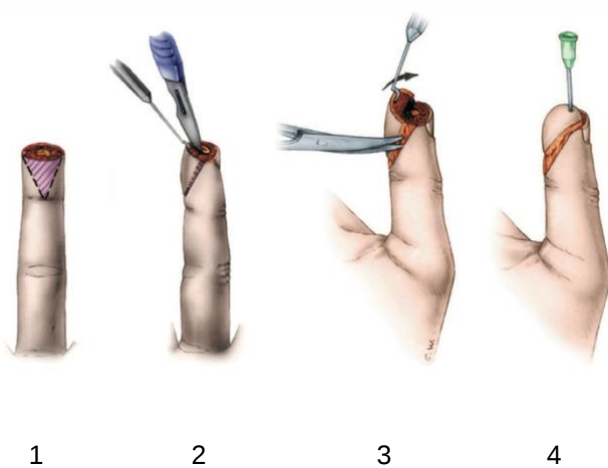


Figure 6 : Technique chirurgicale (1)

1. Dessin du lambeau
2. Séparation du plan profond
3. Effondrement des travées fibreuses
4. Fixation du lambeau à l'aide d'une aiguille trans-osseuse



Figure 7 : Cas d'un lambeau d'Atasoy

Lambeau de Hueston :

Décrit en 1966 par Hueston (22), il s'agit d'un lambeau quadrangulaire d'avancement-rotation permettant un gain de longueur supérieur à celui de l'Atasoy. Il est vascularisé par le pédicule collatéral digital inclus dans la charnière du lambeau.

Chaque doigt ayant une dominance sensitive (opposée à la dominance vasculaire), il est important d'être vigilant à la charnière choisie. Généralement la charnière est choisie du côté de la dominance sensitive afin d'avoir une pulpe la plus sensible possible. Certains opérateurs ou certaines situations amèneront à préférer la dominance vasculaire pour des raisons de fiabilité du lambeau.

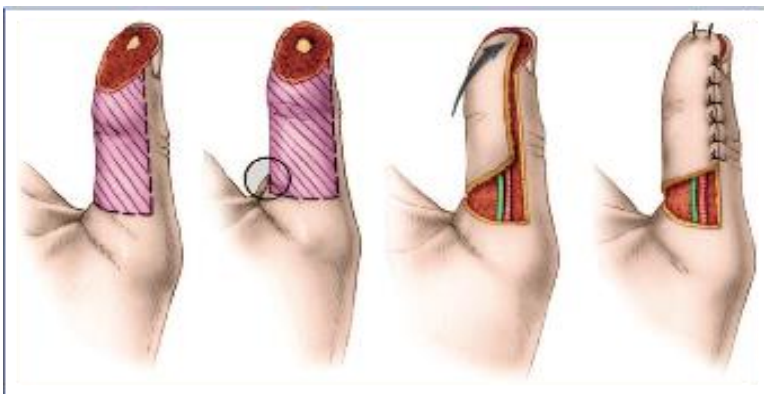


Figure 8 : (1)

Dessin du lambeau de Hueston



Figure 9 :

Cas de Lambeau de Hueston palmaire du pouce.
Noter la charnière ulnaire, préservant la sensibilité du côté de l'hémipulpe dominante sur le plan sensitif.

Lambeau de Möberg-O'Brien (28) :

Il s'agit d'un lambeau à destination exclusive du pouce. Lambeau sensible bi-pédiculé, il est vascularisé par les artères digitales palmaires. C'est grâce au réseau artériel dorsal du pouce que ce lambeau est réalisable, sans quoi la vascularisation de la peau dorsale serait compromise. La dissection des pédicules s'arrête généralement au pli de flexion MCP, et la suture en flexion d'IP permet un gain d'en moyenne 10mm (1). La zone donneuse est soit laissée en cicatrisation dirigée soit greffée.

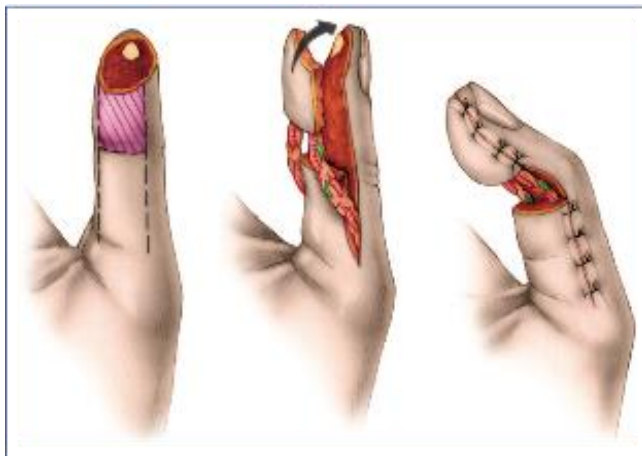


Figure 10 : (1)

Dessin et dissection du lambeau de Möberg-O'Brien

Lambeau homodigital en îlot (= homodactyle) (1):

Vascularisé pédiculé sur une des artères collatérales palmaires c'est un lambeau sensible très utile dans les reconstructions pulpaire. Une incision médio-latérale est réalisée et le pédicule disséqué tout en veillant à garder l'ambiance cellulo-graisseuse autour afin de préserver au maximum le retour veineux. La dissection du pédicule peut se poursuivre en proximal jusqu'au niveau commissural. Cette dissection étendue permet un avancement de l'ordre de 15mm pour les defects pulpaire. Son principal inconvénient est une raideur séquellaire.

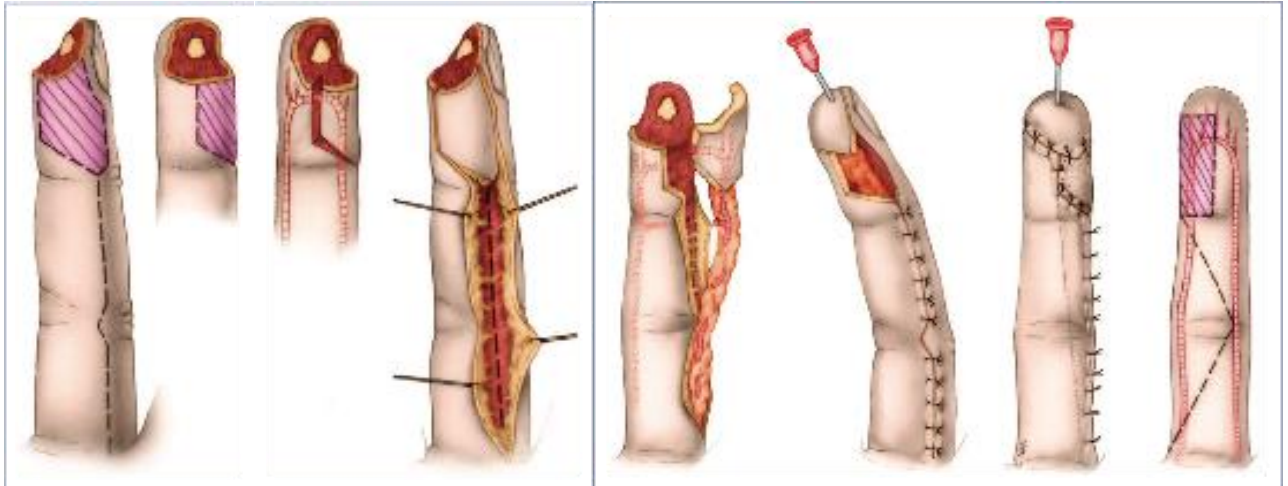


Figure 11 : Dessin et étapes de dissection du lambeau homodactyle en îlot.



Figure 12 :
Cas d'un lambeau homodactyle en îlot

Lambeau homodigital en îlot a contrario :

Réservé aux grandes pertes de substance pulpaire, ce lambeau sacrifie un axe vasculo-nerveux collatéral palmaire. Le site donneur se situe au niveau dorso-palmaire de P1 et la dissection pédiculaire se fait de proximal à distal. Il est vascularisé à contrario grâce aux arcades d'Edwards situées en regard des cols des phalanges. La limite distale de la dissection ne doit donc surtout pas dépasser l'IPD. Le lambeau peut être resensibilisé en anastomosant le nerf collatéral palmaire inclus dans le lambeau avec le nerf controlatéral. Ses principaux inconvénients à l'instar de

l'homodactyle sont une raideur séquellaire, bien que moins importante que l'homodactyle antérograde, et surtout des troubles de la sensibilité plus importants.

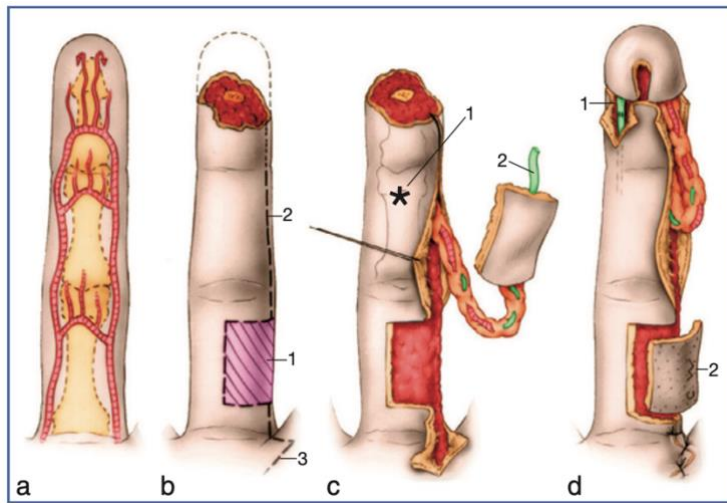


Figure 13 : Lambeau en îlot a contrario resensibilisé (1)

- a. Disposition des arcades anastomotiques
- b. Dessin du lambeau avec le site donneur (1)
- c. Levée du lambeau a retro avec le point pivot à ne pas dépasser (*)
- d. Suture nerveuse (1) et greffe du site donneur (2)



Figure 14 : Cas d'un lambeau homodigital en îlot a contrario

Lambeau dit en cerf-volant de Foucher (15) :

Prélevé aux dépens de la face dorsale de P1 de l'index, il permet la reconstruction pulpaire du pouce dans les défauts étendus sans autre possibilité de reconstruction par lambeau sensible. Il est vascularisé par l'artère intermétacarpienne dorsale du 1^{er} espace. Il est innervé par des branches dorsales du nerf radial à destinée de l'index. La dissection doit prendre soin d'emporter l'aponévrose du premier inter-osseux dorsal afin d'être sûr de lever le pédicule tout en le protégeant, en raison des variations anatomiques de sa position par rapport à l'aponévrose. Sa dissection se fait dans le plan du péri-tendon et sa limite distale ne doit pas dépasser l'IPP.

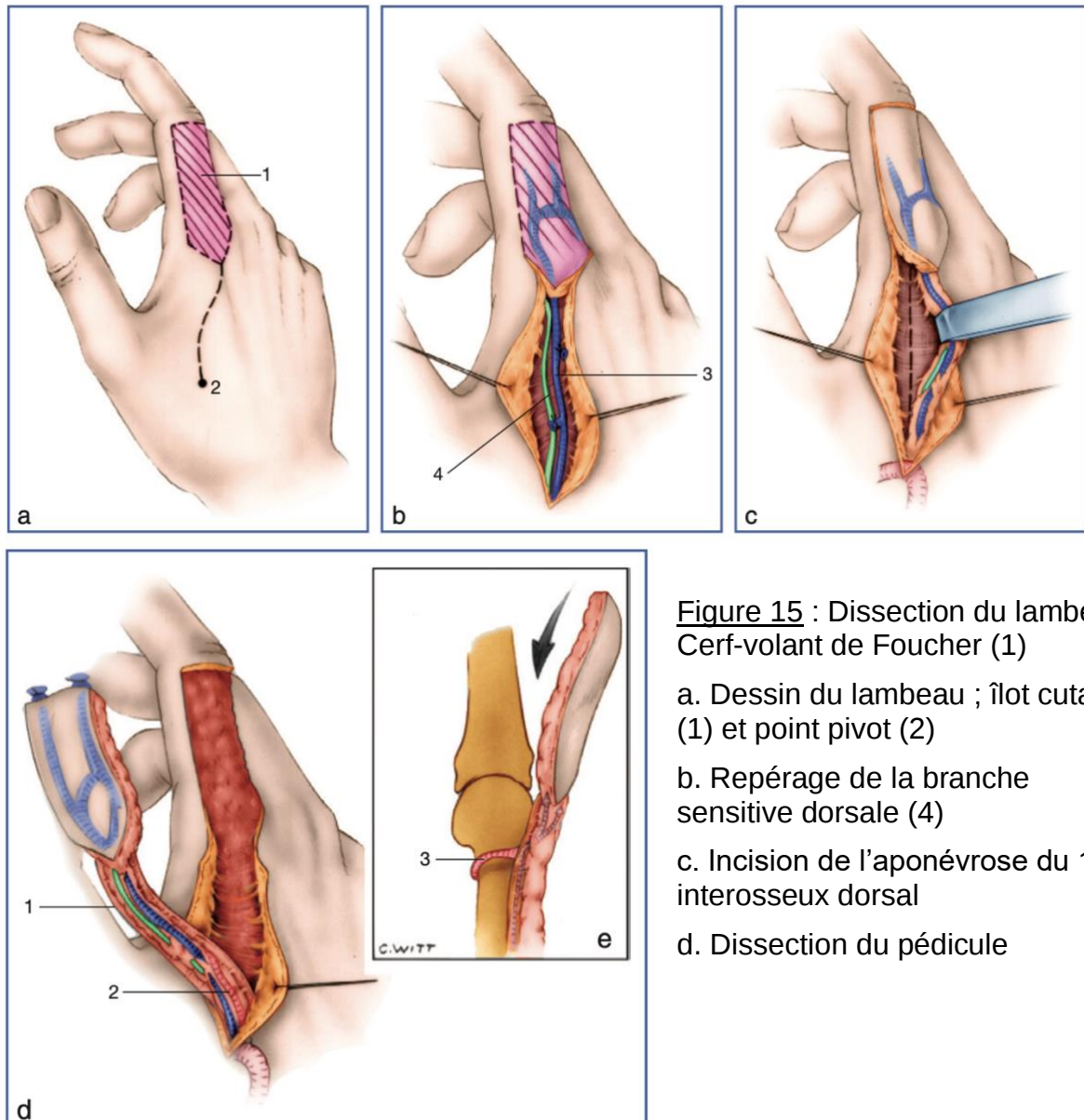


Figure 15 : Dissection du lambeau Cerf-volant de Foucher (1)

a. Dessin du lambeau ; îlot cutané (1) et point pivot (2)

b. Repérage de la branche sensitive dorsale (4)

c. Incision de l'aponévrose du 1^{er} interosseux dorsal

d. Dissection du pédicule



Figure 16 :

Cas d'un lambeau Cerf-volant de Foucher à 3 mois post-opératoire

5. Histoire de la télésurveillance (TS) par photographie

La première notion de photographie médicale remonte au 19^{ème} siècle avec Hill et Adamson (29) par une photographie de goître en 1847. Dès lors, l'utilisation des nouvelles technologies en santé n'a cessé de se développer jusqu'à connaître une révolution avec l'arrivée des smartphones dans les années 2000. En effet, ceux-ci se sont vite imposés comme le moyen privilégié de prise et stockage de photos médicales. (30)

La TS n'en est pas à ses débuts. Comme bien souvent, cette avancée technologique fait suite à un besoin spécifique engendré par un conflit armé. En effet les premières publications sur la TS des plaies en chirurgie plastique remontent à la fin des années 1990, avec notamment les travaux des forces spéciales britanniques qui envoyaient par mail les photos de leurs blessés de guerre prises par appareil photo numérique.

Ces images étaient transmises sans perte de résolution pour un avis spécialisé en chirurgie plastique. (31)

Le domaine de la télémedecine est en plein essor ces dernières années, notamment depuis l'épidémie de COVID. Concernant la télé expertise, la dermatologie fait office d'élève modèle avec le plus grand nombre de publications sur le sujet. (32)

La revue de la littérature par Sohn et al, (32) a montré que la télédermatologie a permis d'augmenter l'accès aux soins que ce soit en milieu urbain ou rural, et que les télédiagnostics étaient au moins aussi fiables que les consultations en présentiel.

Concernant la chirurgie plastique, Engel et Al (33) ont montré que la surveillance photographique des lambeaux libres était aussi efficace que la surveillance en présentiel. Mieux, elle permet un diagnostic significativement plus rapide et donc pourrait permettre un taux de sauvetage plus important lorsqu'une reprise chirurgicale est nécessaire.

Hwang et al (34) ont également des résultats similaires. Dans leur étude, la surveillance post-opératoire des lambeaux libres par photographies via une messagerie dédiée a permis de réduire de manière significative le délai entre la première constatation de souffrance du lambeau et sa reprise au bloc opératoire (4.0 vs. 1.4h, $p<0.05$). Elle a permis également d'augmenter mais de manière non significative le taux de sauvetage des lambeaux.

La TS des plaies et plus globalement la gestion des images médicales est un sujet de plus en plus en vogue dans la médecine moderne. La chirurgie plastique fait partie des

spécialités avant-gardistes en la matière puisque les photos des patients font partie intégrante de la consultation et revêtent un intérêt médico-légal indissociable. (35) Se pose donc la question de l'encadrement légal de la prise, du stockage et de la transmission de ces photos dans le cadre du secret médical.

6. Pixacare

La suite logicielle Pixacare se positionne comme une solution innovante pour permettre une TS. Pixacare a été créé en 2019 à l'initiative de l'équipe de chirurgie plastique du CHU de Strasbourg dans l'optique de simplifier l'utilisation de la photographie médicale.

Cette suite logicielle se compose d'une application pour smartphone, d'une application Web et de serveurs de stockage. Les serveurs sur lesquels sont hébergés les dossiers patient sont agréés HDS (Hébergeur de données de santé) (36)

Elle offre aux patients ainsi qu'aux professionnels de santé la possibilité de prendre régulièrement des photographies de leurs plaies ou de leur site opératoire à l'aide de leur smartphone. Chaque patient dispose d'un dossier personnel créé par le professionnel de santé qui assure son suivi. Une fois le dossier créé, les photographies sont stockées de manière sécurisée sous forme de séquence (une à plusieurs photos, regroupées en séquence par date d'ajout) permettant de suivre l'évolution dans le temps de la cicatrisation.

L'application dispose également d'un système de messagerie intégrée à l'application pour permettre la communication entre les différents intervenants.

A notre connaissance, aucune étude n'a évalué la fiabilité de la télésurveillance photographique d'un suivi post opératoire en chirurgie de la main via une suite logicielle dédiée.

L'objectif principal de notre étude était d'évaluer la fiabilité et la reproductibilité inter examinateur de l'évaluation clinique par télésurveillance photographique via Pixacare du suivi post opératoire de lambeaux digitaux réalisés dans le cadre de l'urgence dans un centre SOS Mains.

L'objectif secondaire était d'évaluer la faisabilité de la mise en place d'un tel suivi extra-hospitalier de ces lambeaux via cette même application Pixacare.

MATERIEL ET METHODE

1. Type d'étude

Il s'agit ici d'une étude descriptive, prospective, monocentrique sur le suivi photographique des lambeaux digitaux pour reconstruction digitale après une perte de substance.

2. Design de l'étude

Chaque patient ayant bénéficié d'une reconstruction par lambeau digital au SOS main de Lesquin s'est vu remettre un dossier explicatif après recueil de son consentement.

(Annexe 1,2)

Un QR code individuel lui a ensuite été remis directement après l'intervention par mail. Ce QR code permet d'établir une TS qui met en lien les infirmiers libéraux ainsi que le patient avec les chirurgiens via l'application Pixacare. Il a été généré sur le site web de Pixacare après avoir créé un dossier patient individuel.

Il est à noter que seules les personnes ayant accès au QR code du patient ont accès au dossier. A savoir le patient lui-même, les infirmiers libéraux le prenant en charge et nous.

Après avoir téléchargé l'application sur leur smartphone, les infirmiers libéraux réalisant les soins de pansement peuvent via l'application scanner le QR code et envoyer directement les photos du patient sur son dossier.

Dans le cadre de notre étude, nous avons demandé aux infirmiers libéraux d'envoyer des photographies toutes les semaines, ou plus précocement en cas de doute sur une complication, jusqu'à cicatrisation complète. (Annexe 3) Les photos ainsi prises se retrouvent donc compilées dans le dossier patient sous forme de séquences.

De façon parallèle, tous les patients inclus continuaient un suivi clinique post-opératoire présentiel tout à fait classique avec leur opérateur principal.

Chaque séquence recueillie a ensuite été analysée de façon anonyme par 3 chirurgiens de différents niveaux d'expérience (1 Interne en fin de cursus / 1 Chef de clinique / 1 Senior) selon 2 critères :

- Évolution favorable permettant d'espacer les consultations de contrôle
- Apparition d'une complication : nécrose cutanée ou signe infectieux nécessitant de reconvoquer le patient en consultation présentielle plus précocement avec possible reprise chirurgicale.

3. Population de l'étude

Critères d'inclusion :

- Traumatisme digital nécessitant une couverture par lambeau
- Age > 18 ans

Critères d'exclusion :

- Grossesse
- Tutelle ou curatelle
- Nécessité d'hospitalisation post-opératoire
- Traumatisme complexe multi-tissulaire nécessitant un suivi présentiel rapproché

4. Recueil des données :

Les caractéristiques de la population étudiée ont été recueillies par entretien téléphonique avec les patients le lendemain de l'intervention. Ces données ont été anonymisées et consignées dans un tableur Excel. Elles comprenaient :

- Des données générales : Sexe, Age, main dominante, profession et activité manuelle
- La nature du traumatisme : Arrachement par chaîne de moto, écrasement, morsure, plaie par lame, plaie par tronçonneuse, brûlure, infection
- La localisation du traumatisme : latéralité et doigt touché
- Le type de lambeau réalisé pour la couverture de la perte de substance : Atasoy, homodigital en îlot antérograde, homodigital en îlot rétrograde, Hueston, dorsocommissural, lambeau de cerf-volant, lambeau de Möberg
- Les comorbidités associées : Insuffisance rénale chronique (IRC) Diabète (DT) vascularite, tabagisme actif, Hypertension artérielle (HTA), affection neurologique touchant les extrémités, antécédent de traumatisme sur le même doigt
- Le type d'accident : Accident de travail ou accident domestique

La fin du suivi des patients dans le cadre de l'étude a eu lieu au 3^{ème} mois post-opératoire soit en consultation physique, soit par entretien téléphonique en cas d'impossibilité de déplacement des patients en consultations.

Lors de cette consultation, les données suivantes ont été recueillies :

- L'évaluation de la douleur neuropathique par le questionnaire DN4, avec un score sur 10 (Annexe 4)
- L'évaluation de la qualité de vie du membre supérieur par l'auto-questionnaire QuickDASH (Annexe 5)
- L'évaluation de la satisfaction du suivi photographique sur une échelle numérique de 1 à 5 (1 = pas satisfait du tout, 5 = très satisfait)
- La reprise de leur travail ou de leur activité manuelle et le délai post-opératoire
- La nécessité d'une reprise chirurgicale du lambeau pour complication et à quel délai post-opératoire
- La nécessité d'une introduction d'antibiotiques et à quel délai post-opératoire

Lors des consultations en présentiel, deux éléments cliniques supplémentaires ont été recueillis :

- La sensibilité du lambeau avec le test de Weber
- Les amplitudes articulaires pour évaluer la raideur digitale.

Ces données cliniques ont été mesurées de manière bilatérale.

5. Critères de jugement

Le critère de jugement principal est le coefficient de corrélation inter-observateur de l'analyse des différentes séquences de photos recueillies.

Le critère de jugement secondaire s'attelle à évaluer la faisabilité de mise en place d'un tel suivi avec différents critères pris en compte :

- Adhésion du patient au suivi (évalué par l'échelle numérique de satisfaction)
- Adhésion de l'équipe paramédicale au suivi via Pixacare (évaluée par le nombre de perdus de vues)

6. Analyse statistique

Les analyses statistiques du critère de jugement principal ont été réalisées grâce au logiciel Microsoft Excel 2021 (version 16.66), à l'aide du *Real Statistics Resource Pack*. Le site Pvalue.io a également été utilisé pour l'analyse de la population. Le test non paramétrique Kappa (K) de Cohen, modifié par Fleiss et son intervalle de confiance à 95% a été utilisé pour évaluer la concordance des classifications inter-observateur. Il permet de chiffrer l'accord entre deux ou plusieurs observateurs ou techniques lorsque les jugements sont qualitatifs. (37)

Landis et Koch (38) ont proposé une interprétation du coefficient de Kappa reportée dans le **tableau 1**.

K	Interprétation
< 0	Désaccord
0,00 — 0,20	Accord très faible
0,21 — 0,40	Accord faible
0,41 — 0,60	Accord modéré
0,61 — 0,80	Accord fort
0,81 — 1,00	Accord presque parfait

Tableau 1 : Interprétation du coefficient Kappa de Fleiss

7. Éthique et aspects réglementaires

Nous avons contacté le CPP (comité de protection des personnes) Nord-Ouest et notre étude a été acceptée et enregistrée sous le numéro HP 22/10. Nous avons déclaré le fichier des données recueillies et anonymisées pour notre étude à la CNIL (Commission Nationale de l'Informatique et des Libertés) sous le numéro de référence DEC23-183.

RESULTATS

1. Population étudiée

Entre le 1^{er} janvier 2023 et le 1^{er} juillet 2023, 36 patients étaient éligibles, dont 2 présentaient des critères d'exclusion (< 18 ans), et 2 ont refusé de participer à l'étude. Sur ces 32 patients, 1 n'a pu être contacté à cause de mauvaises coordonnées et 4 ont été perdus de vue (aucune photographie envoyée). Au total ce sont 27 patients qui ont donc été inclus pour 76 séquences recueillies et analysées. (**Figure 17**)

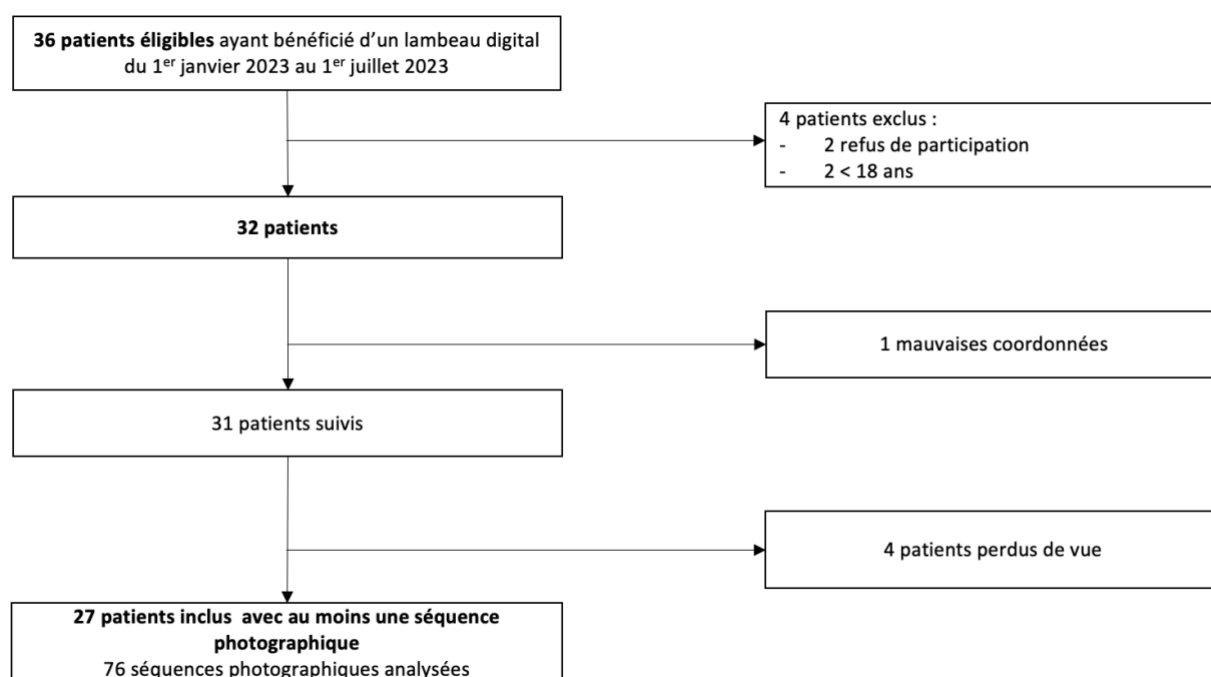


Figure 17 : Diagramme de flux

Les caractéristiques épidémiologiques de la population étudiée sont représentées dans le **tableau 2**. Le profil type dans notre étude correspond à un homme de 42 ans, droitier sans antécédent, travailleur manuel et non-fumeur.

	n (%)	
Age (année)	42,3 [18;71]	
Comorbidités	Aucune	22 (81%)
	Cardiovasculaire	3 (11%)
	IRC	1 (3.7%)
	SpA	1 (3.7%)
Profession	Travailleur manuel	13 (48%)
	Cadre	3 (11%)
	Fonctionnaire	3 (11%)
	Chef d'entreprise	2 (7.4%)
	Autre	6 (22%)
Sexe	Homme	23 (85%)
	Femme	4 (15%)
Tabac	Non fumeur	18 (67%)
	Fumeur	9 (33%)
Main dominante	Droitier	27 (100%)
	Gaucher	0 (0%)

Tableau 2 : Caractéristiques épidémiologiques de la population

SpA : Spondylarthrite ankylosante

IRC : Insuffisance rénale chronique

Les caractéristiques concernant le traumatisme et des modalités de prise en charge sont regroupées dans le **tableau 3**.

Concernant le type de reconstruction utilisé, on note la prépondérance de deux lambeaux : le lambeau homodigital en îlot à retro (22%) et le lambeau d'Atasoy (22%).

	n (%)	
Accident de travail	Non	17 (63%)
	Oui	10 (37%)
Côté lésé	Gauche	16 (59%)
	Droit	11 (41%)
Doigt lésé	Index	8 (30%)
	Majeur	6 (22%)
	Pouce	6 (22%)
	Annulaire	5 (19%)
	Auriculaire	2 (7.4%)
Mécanisme	Ecrasement	8 (30%)
	Plaie par lame	7 (26%)
	Chaîne de moto	3 (11%)
	Tronçonneuse	3 (11%)
	Brûlure	2 (7.4%)
	Infection	2 (7.4%)
	Morsure	2 (7.4%)
Type de lambeau	Atasoy	6 (22%)
	Homodigital en îlot à retro	6 (22%)
	Hueston dorsal	4 (15%)
	Homodigital en îlot	3 (11%)
	Hueston palmaire	3 (11%)
	Cerf-volant	2 (7.4%)
	Dorso-commissural	2 (7.4%)
	Möberg	1 (3.7%)

Tableau 3 : Caractéristiques du traumatisme et modalités de prise en charge

2. Critère de jugement principal

Le critère de jugement principal correspond au coefficient de concordance inter-observateur Kappa (K) de Fleiss. Dans notre étude, le coefficient retrouvé et son intervalle de confiance à 95% est : $K = 0,64$ IC95% [0,51 ; 0,77] avec un $p < 0,001$.

Nous retrouvons donc un accord fort entre les différents observateurs concernant l'analyse des séquences photographiques et cet accord est statistiquement significatif.

3. Critère de jugement secondaire

Le **tableau 4** analyse la satisfaction du suivi dans notre population d'étude. Les patients sont très satisfaits du suivi avec une note moyenne de 4,63/5.

	moyenne (écart-type)	médiane [Q25-75]	min	max	n
Satisfaction du suivi	4.63 (0.629)	5.00 [4.00; 5.00]	3.00	5.00	27

Tableau 4 : Satisfaction du suivi dans la population étudiée

Le **tableau 5** analyse la satisfaction du suivi en fonction des caractéristiques épidémiologiques de la population.

La seule différence statistiquement significative concerne le statut tabagique. Les non-fumeurs étant statistiquement plus satisfaits du suivi que les fumeurs (4,83 contre 4,22 avec $p = 0,029$) (**figure 18**).

Le **tableau 6** analyse la satisfaction des patients en fonction des suites post-opératoires et des résultats fonctionnels. Aucune différence statistiquement significative n'a été mise en évidence.

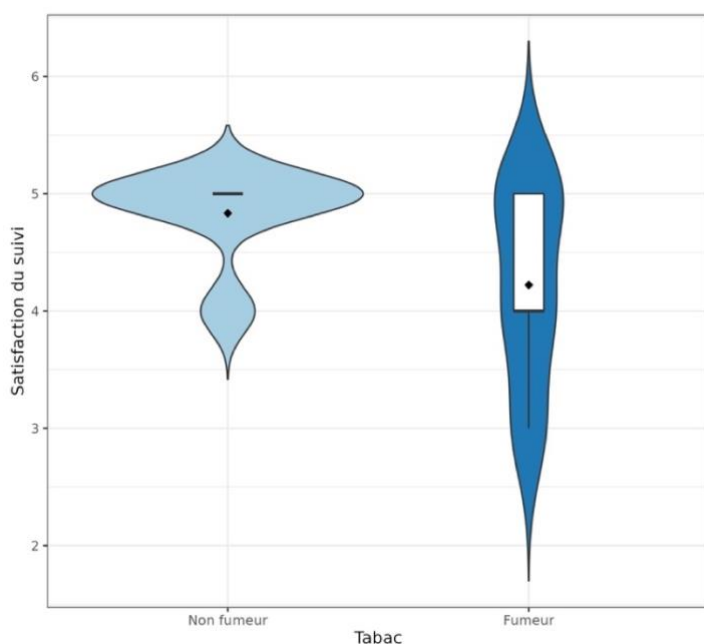


Figure 18 : Satisfaction du suivi en fonction du statut tabagique

Satisfaction Epidémiologie		moyenne (écart-type)	médiane [Q25-75]	min	max	n	p	test
Comorbidités	Aucune	4.73 (0.550)	5.00 [5.00 - 5.00]	3.00	5.00	22	0.23	Kruskal-Wallis
	Cardiovasculaire	4.33 (1.15)	5.00 [4.00 - 5.00]	3.00	5.00	3	-	-
	IRC	4.00 (-)	4.00 [4.00 - 4.00]	4.00	4.00	1	-	-
	SpA	4.00 (-)	4.00 [4.00 - 4.00]	4.00	4.00	1	-	-
Profession	Travailleur manuel	4.69 (0.630)	5.00 [5.00 - 5.00]	3.00	5.00	13	0.64	Kruskal-Wallis
	Autre	4.50 (0.837)	5.00 [4.25 - 5.00]	3.00	5.00	6	-	-
	Cadre	4.67 (0.577)	5.00 [4.50 - 5.00]	4.00	5.00	3	-	-
	Fonctionnaire	4.33 (0.577)	4.00 [4.00 - 4.50]	4.00	5.00	3	-	-
	Chef d'entreprise	5.00 (0)	5.00 [5.00 - 5.00]	5.00	5.00	2	-	-
Sexe	Homme	4.65 (0.647)	5.00 [4.50 - 5.00]	3.00	5.00	23	0.47	Mann-Whitney
	Femme	4.50 (0.577)	4.50 [4.00 - 5.00]	4.00	5.00	4	-	-
Tabac	Non fumeur	4.83 (0.383)	5.00 [5.00 - 5.00]	4.00	5.00	18	0.029	Mann-Whitney
	Fumeur	4.22 (0.833)	4.00 [4.00 - 5.00]	3.00	5.00	9	-	-

Tableau 5 : Analyse de la satisfaction des patients en fonction des caractéristiques épidémiologiques

SpA : Spondylarthrite ankylosante

IRC : Insuffisance rénale chronique

	Coefficient de corrélation	n	p	test
Délai de reprise du travail	-0.123	26	0.55	Spearman
DN4	-0.0805	26	0.7	Spearman
Quick-DASH	0.0830	26	0.69	Spearman
Temps de cicatrisation	-0.0828	26	0.69	Spearman

Tableau 6 : Satisfaction du suivi en fonction des suites post-opératoires

Le **tableau 7** analyse la satisfaction du suivi en fonction des caractéristiques du traumatisme ainsi que de sa prise en charge chirurgicale. Aucune différence statistiquement significative n'a été retrouvée pour ces paramètres.

Satisfaction patient								
Caractéristiques		moyenne (écart-type)	médiane [Q25-75]	min	max	n	p	test
Accident de travail	Non	4.71 (0.470)	5.00 [4.00 - 5.00]	4.00	5.00	17	0.75	Mann-Whitney
	Oui	4.50 (0.850)	5.00 [4.25 - 5.00]	3.00	5.00	10	-	-
Mécanisme	Ecrasement	4.38 (0.916)	5.00 [3.75 - 5.00]	3.00	5.00	8	0.3	Kruskal-Wallis
	Plaie par lame	4.86 (0.378)	5.00 [5.00 - 5.00]	4.00	5.00	7	-	-
	Chaîne de moto	4.67 (0.577)	5.00 [4.50 - 5.00]	4.00	5.00	3	-	-
	Tronçonneuse	5.00 (0)	5.00 [5.00 - 5.00]	5.00	5.00	3	-	-
	Brûlure	5.00 (0)	5.00 [5.00 - 5.00]	5.00	5.00	2	-	-
	Infection	4.50 (0.707)	4.50 [4.25 - 4.75]	4.00	5.00	2	-	-
	Morsure	4.00 (0)	4.00 [4.00 - 4.00]	4.00	4.00	2	-	-
Reprise chirurgicale	Non	4.64 (0.638)	5.00 [4.00 - 5.00]	3.00	5.00	25	0.64	Mann-Whitney
	Oui	4.50 (0.707)	4.50 [4.25 - 4.75]	4.00	5.00	2	-	-
Type de lambeau	Atasoy	4.33 (0.816)	4.50 [4.00 - 5.00]	3.00	5.00	6	0.49	Kruskal-Wallis
	Homodigital en îlot a retro	4.33 (0.816)	4.50 [4.00 - 5.00]	3.00	5.00	6	-	-
	Hueston dorsal	4.75 (0.500)	5.00 [4.75 - 5.00]	4.00	5.00	4	-	-
	Homodigital en îlot	5.00 (0)	5.00 [5.00 - 5.00]	5.00	5.00	3	-	-
	Hueston palmaire	5.00 (0)	5.00 [5.00 - 5.00]	5.00	5.00	3	-	-
	Cerf-volant	4.50 (0.707)	4.50 [4.25 - 4.75]	4.00	5.00	2	-	-
	Dorso-commissural	5.00 (0)	5.00 [5.00 - 5.00]	5.00	5.00	2	-	-
	Möberg	5.00 (-)	5.00 [5.00 - 5.00]	5.00	5.00	1	-	-

Tableau 7 : Analyse de la satisfaction du suivi en fonction des caractéristiques du traumatisme et de sa prise en charge

4. Données du suivi post-opératoire

Résultats					
Données du suivi	Moyenne (écart-type)	médiane [Q25-75]	min	max	n
Temps de cicatrisation (en jours)	35.1 (16.9)	30.0 [28.5; 43.0]	14.0	90.0	26
DN4	3.54 (2.56)	4.00 [1.25; 5.00]	0	10.0	26
Quick-DASH	23.5 (23.0)	15.9 [9.67; 28.4]	2.30	90.1	26
Délai de reprise du travail (en jours)	34.0 (26.2)	30.0 [7.00; 60.0]	1.00	90.0	21

Tableau 8 : Analyse des données du suivi post-opératoire

A 3 mois, 77,7% des patients avaient repris leur travail ou leur activité manuelle usuelle avec un délai moyen de 34 jours.

DISCUSSION

1. Résultats

Le profil type de patient est un homme de 42 ans travailleur manuel , ce qui correspond au profil type de patient adressé au SOS mains (39,40) et donc une population comparable à la « vraie vie ».

Le coefficient de concordance inter observateur était de 0,64 ; soit une concordance forte. L'analyse sur photo paraît donc être un outil fiable pour l'évaluation clinique des lambeaux digitaux. Les 3 examinateurs étaient volontairement choisis d'une expertise différente, donnant un reflet réaliste de la pratique clinique.

La moyenne de satisfaction des patients était bonne (4,63/5), encourageant la mise en place d'un tel suivi. Nous n'observons pas de différence significative sur la satisfaction selon les données démographiques ou les caractéristiques du traumatisme et de la prise en charge hormis la présence d'un tabagisme. Cette différence statistiquement significative (4,22 vs 4,83) ne doit, à notre sens, pas conduire à une indication différente de la télésurveillance, qui pourrait s'adresser à tout patient et traumatisme confondus.

2. Limites

2.1 Multiplicité des opérateurs : difficultés et biais de recrutement

Le Service "SOS Main" fonctionne selon un modèle de rotations assurées par divers chirurgiens collaborant au sein de trois cabinets libéraux distincts ainsi qu'avec des praticiens rattachés au Centre Hospitalier Universitaire (CHU). Cette structure

complexe d'intervention a engendré des défis au niveau de l'inclusion des patients et de la collecte d'informations, dépendant largement de la volonté et de la motivation des opérateurs.

Les patients inclus dans l'étude ont principalement été référés par trois chirurgiens participants, introduisant ainsi un biais potentiel dans le processus de recrutement.

La prédominance des références provenant d'un nombre restreint de chirurgiens a probablement influencé la composition de notre population, en favorisant particulièrement les lambeaux homodigitaux en îlot rétrograde. Néanmoins, ce biais de recrutement ne nous apparaît pas comme un facteur de confusion de l'analyse de notre critère de jugement principal.

La variété des chirurgiens impliqués dans le service a conduit à une diversité de pratiques cliniques. Certains ont adopté une approche proactive, privilégiant la reprise chirurgicale lorsque nécessaire, tandis que d'autres ont opté pour une démarche plus conservatrice, tout en assurant un suivi étroit des patients. Il est important de noter que cette diversité reflète la réalité de la pratique médicale et n'a probablement pas eu d'incidence sur les résultats de notre étude.

2.2 Biais de volontariat

Les patients inclus dans notre étude étaient tous volontaires et donc pro-actif quant à leur prise en charge médico-chirurgicale. Ce biais de volontariat a pu influencer la mesure du critère de jugement secondaire de satisfaction du suivi, avec un

enthousiasme accru des patients concernant le suivi à distance. Malgré tout, ce volontariat induit par la TS paraît finalement être un point fort de l'étude.

2.3 Qualité photo

Certaines séquences n'ont pas pu être analysées du fait d'une qualité photo insuffisante :

- Zone d'intérêt non prise en photo
- Focus de la photo fait sur l'arrière-plan
- Qualité numérique de l'appareil photo insuffisante

Ces problématiques n'impactent pas la mesure du coefficient de corrélation mais pourraient marquer une limite dans la mise en application de la surveillance extrahospitalière des lambeaux. Pour une bonne surveillance photographique il faut que tous les intervenants aient des smartphones assez récents, et qu'ils soient formés, ou au moins avertis sur l'angle de prise de la photo pour bien visualiser la zone d'intérêt.

2.4 Refus de collaboration

Pour 5 des 32 patients ayant accepté de participer à l'étude (15,6%), aucune séquence ne nous a été envoyée. Le refus de collaboration des infirmiers libéraux en était la cause dans les 5 cas.

Les raisons avancées étaient le manque de temps lors des visites à domicile, et la non rémunération de la prise de photos. Là encore cette problématique n'impacte pas notre

mesure du critère de jugement principal mais est un nouveau frein au développement de la surveillance extrahospitalière.

3. Points forts

3.1 Satisfaction des patients

Les commentaires des patients ont été exceptionnellement positifs, témoignant d'une amélioration notable de leur accompagnement durant la phase post-opératoire grâce à l'utilisation de Pixacare.

Un aspect remarquable de cette application réside dans sa capacité à encourager l'observance des protocoles de soins par les patients eux-mêmes. Une piste de développement prometteuse consiste à favoriser l'implication active des patients dans la surveillance de leur état à l'aide de photographies. En effet, étant donné que la majorité des patients possèdent un smartphone, ils ont la possibilité d'envoyer des images, ce qui les positionne comme les principaux acteurs de leur propre suivi médical.

3.2 Satisfaction de l'équipe paramédicale :

Lorsqu'il a été recueilli, le retour de l'équipe paramédicale était également positif. Les infirmières se sentaient mieux accompagnées, moins isolées notamment dans notre cas avec une chirurgie peu commune (lambeaux digitaux). Le système de messagerie intégrée permettait par ailleurs un lien plus direct avec l'équipe chirurgicale en cas de besoin.

3.3 Sécurité

La sécurisation des données de santé est un enjeu majeur de nos jours. (41)

L'échange de photos médicales dans le cadre du diagnostic ou de la demande d'expertise se développe de plus en plus. Un des problèmes rencontrés est le manque de sécurisation de ces données, que ce soit pour leur stockage ou pour leur transfert. De Runz et al. ont montré que 74,8% des chirurgiens plasticiens stockaient les photographies médicales de leurs patients sur une clé USB, 62,8% sur leur ordinateur personnel et 14,1% sur leur smartphone (42). La solution logicielle Pixacare apparaît comme une solution intéressante pour répondre à la fois à la problématique de sécurisation du stockage des photos ainsi que du partage de données.

C'est une solution innovante pour le partage des photographies avec le milieu extra-hospitalier, là où la majorité des suites logicielles existantes reposent sur des systèmes de serveurs locaux et donc sur un échange de données intra-hospitalier uniquement. (43–45)

3.4 Gain de temps

Pixacare optimise l'efficacité en réduisant considérablement le temps requis pour acquérir et trier les photographies médicales. Cette efficacité a été démontrée dans une étude prospective menée par Kuster et al., révélant une réduction significative de 3,77 fois ($p < 0,001$) dans le temps d'acquisition des images par rapport aux méthodes conventionnelles (46).

A ce gain de temps pourrait être ajouté le gain de temps découlant de l'espacement des consultations post-opératoires, permettant entre autres de limiter les durées et coûts liés au déplacement des patients. (47)

4. Perspectives

Notre étude a pu montrer une bonne corrélation inter-observateur de l'analyse des photos. Il pourrait être intéressant dans une étude ultérieure de comparer de manière prospective les décisions prises en consultation présenteielle classique à des décisions qui auraient été prises avec la seule analyse photographique. Des résultats concordants pourraient permettre d'espacer les consultations notamment pour les patients les plus éloignés géographiquement.

La formation des infirmiers libéraux et la rémunération de la TS via un code sécurité sociale spécifique nous semble un prérequis indispensable à la mise en place de la TS photographique en milieu extrahospitalier. Sans cela, un nombre non négligeable de patients (15,6% dans notre étude) ne bénéficiera pas du suivi. Sans adhésion des paramédicaux, il n'y aura pas de TS possible.

Un système de rémunération existe déjà pour les médecins via l'application Omnidoc. La sécurité sociale rémunère le médecin faisant la demande d'expertise ainsi que le spécialiste y répondant, via un code de facturation spécifique. (48)

En outre, l'utilisation des photographies dans le suivi postopératoire des lambeaux digitaux présente plusieurs avantages significatifs. Avant tout, les images photographiques permettent de documenter de manière précise l'état initial des lambeaux, créant ainsi une référence visuelle essentielle pour les évaluations ultérieures. Cette approche offre également une meilleure compréhension de la dynamique de cicatrisation et permet une détection précoce des signes de complications telles que les infections ou les souffrances vasculaires.

Au-delà de la documentation et de l'évaluation des lambeaux, l'usage de photographies pour le suivi des lambeaux digitaux offre d'autres avantages notables. Ces images sont une ressource précieuse pour la planification des interventions subséquentes, fournissant des détails essentiels sur la topographie et les caractéristiques anatomiques des lambeaux. De plus, elles offrent aux patients une documentation visuelle, facilitant leur compréhension de l'évolution postopératoire et renforçant leur engagement envers les soins prescrits.

A l'instar de la télédermatologie qui a permis d'augmenter l'accès aux soins tant dans les zones rurales qu'urbaines (49–51), avec une fiabilité des consultations au moins comparable aux consultations en présentiel (52,53), d'autres domaines chirurgicaux pourraient bénéficier de la TS. C'est le cas notamment de la chirurgie des brûlés ou du suivi des plaies chroniques.

Le principal écueil rencontré dans les différentes études sur la TS ou les téléconsultations réside dans le fait que les patients accordent une grande valeur à la relation médecin/patient et les consultations en présentiel demeurent essentielles. (50,53)

CONCLUSION

La concordance inter-observateur mesurée est significativement forte ($K = 0,64$ [0,51 ; 0,77]) concernant l'analyse des photographies. La validation de ce pré requis essentiel permet de considérer la suite logicielle Pixacare comme un outil intéressant de TS des lambeaux digitaux et ainsi permettre d'espacer les consultations post-opératoire en présentiel notamment lorsque l'évolution est favorable. De plus les retours positifs des patients (note moyenne de 4,63/5 pour l'indice de satisfaction) nous montrent l'importance que ceux-ci accordent à un suivi médico-chirurgical rapproché. L'application apparaît comme une solution simple, pratique et efficace de les impliquer dans leur suivi. Afin d'avancer dans la mise en place d'une telle télésurveillance, cette étude mériterait d'être complétée par une étude visant à évaluer la corrélation du suivi numérique et du suivi en présentiel. Un des points clés est également la valorisation du suivi pour l'équipe paramédicale (rémunération de l'acte de TS) ainsi que leur formation pour obtenir un taux d'adhésion paramédicale importante et donc un taux de suivi élevé.

Bibliographie

1. Merle M, Dautel G, Witt-Deguille C, Martinet C. Chirurgie de la main: l'urgence. 4e éd. Issy-les-Moulineaux: Elsevier Masson; 2016. (La main traumatique).
2. Couturier DC, Dumontier DC, Teboul DF. Urgences Mains et Permanence Des Soins des Etablissements de Santé.
3. Carte des centres FESUM | FESUM, chirurgie de la main [Internet]. [cité 23 sept 2023]. Disponible sur: <https://www.fesum.fr/centres-fesum-urgence-main>
4. Creech BM S. Evaluation of circulation in skin flaps. In: Skin Flaps. 1975. p. 21-38.
5. Neugan PC. Monitoring techniques for the detection of flow failure in the postoperative period. Microsurgery. 1993;14(3):162-4.
6. Smit JM, Zeebregts CJ, Acosta R, Werker PMN. Advancements in Free Flap Monitoring in the Last Decade: A Critical Review: Plast Reconstr Surg. janv 2010;125(1):177-85.
7. Salgado CJ, Moran SL, Mardini S. Flap Monitoring and Patient Management: Plast Reconstr Surg. déc 2009;124:e295-302.
8. Haddock N, Gobble R, Levine J. More Consistent Postoperative Care and Monitoring can Reduce Costs Following Microvascular Free Flap Reconstruction. J Reconstr Microsurg. sept 2010;26(07):435-9.
9. Jallali N, Ridha H, Butler PE. Postoperative monitoring of free flaps in UK plastic surgery units. Microsurgery. 2005;25(6):469-72.
10. Friedrich JB, Katolik LI, Vedder NB. Soft Tissue Reconstruction of the Hand. J Hand Surg. juill 2009;34(6):1148-55.
11. Neustein TM, Payne SH, Seiler JG. Treatment of Fingertip Injuries. JBJS Rev. avr 2020;8(4):e0182-e0182.
12. Lemmon JA, Janis JE, Rohrich RJ. Soft-Tissue Injuries of the Fingertip: Methods of Evaluation and Treatment. An Algorithmic Approach: Plast Reconstr Surg. sept 2008;122(3):105e-17e.
13. Coleman, S.S. and B.J. Anson. Arterial patterns in the hand based upon a study of 650 specimens. Surg. Gynecol. Obstet. 113:409424, 1961.
14. Quaba A, Davison P. The distally-based dorsal hand flap. Br J Plast Surg. janv 1990;43(1):28-39.
15. Foucher G, Braun JB. A new island flap transfer from the dorsum of the index to the thumb. Plast Reconstr Surg. 1979;63(3): 344e349.
16. Brunelli F. Le lambeau dorso-cubital du pouce. Ann Chir Main Memb Supér. janv 1993;12(2):105-14.
17. Macht SD, Watson HK. The Moberg volar advancement flap for digital reconstruction. J Hand Surg. juill 1980;5(4):372-6.
18. Becker C, Gilbert A. Le lambeau cubital. Ann Chir Main. janv 1988;7(2):136-42.
19. Fontaine C, Wavreille G, Aumar A, Bry R, Demondion X. Anatomie vasculaire osseuse à la main et au poignet. Chir Main. déc 2010;29:S11-20.
20. Solewski B, Lis M, Pękala JR, Brzegowy K, Lauritzen SS, Hołda MK, et al. The persistent median artery and its vascular patterns: A meta-analysis of 10,394 subjects. Clin Anat. nov 2021;34(8):1173-85.
21. Duparc J, Tubiana, R. Restoration of sensibility in the hand by neurovascular skin island transfer. J Bone Jt Surg. 1961;43(3):474-80.
22. Hueston JT. Local flap repair of fingertip injuries. Plast Reconstr Surg 1966 ; 37 : 349–50.
23. Strauch B, de Moura W. Arterial system of the fingers. J Hand Surg. janv 1990;15(1):148-54.
24. Edwards E. Organization of the small arteries of the hand and digits. Am J Surg. 1960;(99):837-46.
25. Lai C, Lin S, Yang C. The reverse artery digital flap for fingertip reconstruction. Ann Plast Surg.

1989;(22):495-500.

26. Tranquilli-Leali. Ricostruzione dell'apice delle falangi vaguali mediante autoplastica volare pedunculata per scorimento. *Infort Traum Lavoro*. 1935;1 : 186-93.
27. Atasoy E, Igakimidis E, Kaspak M, Kutz J, Kleinert H. Reconstruction of the amputated fingertip with a triangular volar flap : a new surgical procedure. 1970;52A : 921-6.
28. O'Brien B. Neurovascular island pedicle flaps for terminal amputations and digital scars. *Br J Plast Surg*. 1968;21(2-3):258-61.
29. Mcfall K. A notable anniversary in the history of medical illustration. *J Audiov Media Med*. janv 1997;20(1):5-10.
30. Chan N, Charette J, Dumestre DO, Fraulin FO. Should 'smart phones' be used for patient photography? 2016;24(1).
31. Brown RF, Chapman CW, McDermott BC, Wallace AF. The continuing story of Plastic Surgery in Britain's Armed Services. *Br J Plast Surg*. nov 1989;42(6):700-9.
32. Sohn GK, Wong DJ, Yu SS. A Review of the Use of Telemedicine in Dermatologic Surgery. *Dermatol Surg*. avr 2020;46(4):501-7.
33. Engel H, Huang JJ, Tsao CK, Lin CY, Chou PY, Brey EM, et al. Remote real-time monitoring of free flaps via smartphone photography and 3G wireless internet: A prospective study evidencing diagnostic accuracy. *Microsurgery*. nov 2011;31(8):589-95.
34. Hee Hwang J, Mun GH. An Evolution of Communication in Postoperative Free Flap Monitoring: Using a Smartphone and Mobile Messenger Application. *Plast Reconstr Surg*. juill 2012;130(1):125-9.
35. Revol M. Jean-Marie Servant (1947–2016). *Ann Chir Plast Esthét*. juin 2017;62(3):189-92.
36. Snapshot [Internet]. [cité 12 juill 2023]. Disponible sur: <https://www.pixacare.com/faq>
37. Cohen J. A Coefficient of Agreement for Nominal Scales. *Educ Psychol Meas*. avr 1960;20(1):37-46.
38. Landis JR, Koch GG. The Measurement of Observer Agreement for Categorical Data. *Biometrics*. mars 1977;33(1):159.
39. Regas I, Lecoq F, Anne, Berangere L, Yves B, Philippe B, Camilo C. Épidémiologie de traumatismes de la main dans un centre SOS main pendant le confinement du au COVID-19. *Hand Surg Rehabil*. déc 2021;40(6):848-9.
40. Dębski T, Noszczyk BH. Epidemiology of complex hand injuries treated in the Plastic Surgery Department of a tertiary referral hospital in Warsaw. *Eur J Trauma Emerg Surg*. oct 2021;47(5):1607-12.
41. Siranyan V. La protection des données personnelles des patients face à la modernisation de notre système de santé. *Médecine Droit*. oct 2019;2019(158):112-7.
42. de Runz A, Simon E, Brix M, Sorin T, Brengard-Bresler T, Pineau V, et al. Photographies en chirurgie plastique : pratiques, usages et législation. *Ann Chir Plast Esthét*. févr 2015;60(1):12-8.
43. Korczak K, Kasielska-Trojan A, Niedźwiedziński M, Antoszewski B. A computer-supported management of photographic documentation in plastic surgery - System development and its clinical application. *Comput Biol Med*. juill 2017;86:1-5.
44. Radotra I, Azimi D, Maamoun W. The use of smartphone-application based medical photography for open fractures: A national survey of orthoplastic affiliated Major Trauma Centres in England. *juin 2022*;53(6):2028-34.
45. Djian J, Lellouch AG, Botter C, Levy J, Burgun A, Hivelin M, et al. Photographie clinique par smartphone en chirurgie plastique et protection des données personnelles : développement d'une plateforme sécurisée et application sur 979 patients. *Ann Chir Plast Esthét*. févr 2019;64(1):33-43.
46. Kuster C, Ruffenach L, Dissaux C, Bruant-Rodier C, Bodin F. Photographies médicales : gain de temps et sécurité des données grâce à une application smartphone dédiée. *Ann Chir Plast Esthét*. juin 2021;66(3):217-22.
47. Chee S, Lowe P, Lim A. Smartphone patient monitoring post-laser resurfacing. *Australas J Dermatol* [Internet]. nov 2017 [cité 28 sept 2023];58(4). Disponible sur: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/ajd.12507>

48. Téléexpertise [Internet]. [cité 13 août 2023]. Disponible sur: <https://www.ameli.fr/lille-douai/medecin/exercice-liberal/telemedecine/teleexpertise>
49. Fogel AL, Sarin KY. A survey of direct-to-consumer teledermatology services available to US patients: Explosive growth, opportunities and controversy. *J Telemed Telecare*. janv 2017;23(1):19-25.
50. Saleh N, Abdel Hay R, Hegazy R, Hussein M, Gomaa D. Can teledermatology be a useful diagnostic tool in dermatology practice in remote areas? An Egyptian experience with 600 patients. *J Telemed Telecare*. févr 2017;23(2):233-8.
51. Byrom L, Lucas L, Sheedy V, Madison K, McIver L, Castrisos G, et al. Tele-Derm National: A decade of teledermatology in rural and remote Australia: Tele-Derm National. *Aust J Rural Health*. juin 2016;24(3):193-9.
52. Arzberger E, Curiel-Lewandrowski C, Blum A, Chubisov D, Oakley A, Rademaker M, et al. Teledermoscopy in High-risk Melanoma Patients: A Comparative Study of Face-to-face and Teledermatology Visits. *Acta Derm Venereol*. 2014;0.
53. Vyas KS, Hambrick HR, Shakir A, Morrison SD, Tran DC, Pearson K, et al. A Systematic Review of the Use of Telemedicine in Plastic and Reconstructive Surgery and Dermatology. *Ann Plast Surg*. juin 2017;78(6):736-68.

ANNEXES

Annexe 1 : Fiche explicative de Pixacare



SURVEILLANCE DES LAMBEAUX DE ROSE

Plateforme Pixacare



Surveillance
étroite, à domicile,
des plaies des
patients



Accès aux ressources
et conseils de l'équipe



Limite les
déplacements
des patients en
milieu hospitalier



pixacare **L'APPLICATION**



Start'up strasbourgeoise spécialisée dans la gestion et le partage des photothèques médicales



Plateforme de partage de clichés médicaux employés par le service de Chirurgie Plastique du CHU de Lille , dans le cadre de la télésurveillance des plaies chroniques et de la prise en charge des tumeurs cutanées



Permet aux infirmières de ville de transmettre de manière régulière des clichés de la main du patient pour suivre l'évolution cicatricielle

POUR S'INSCRIRE



Installation de l'application sur smartphone, Android ou iPhone, via les Play Store habituels



Inscription gratuite



MODE D'EMPLOI



Acquisition des données via le **smartphone**



Accès au dossier patient en scannant le **QR Code**



Rajout de séquences photographiques qui alimenteront automatiquement le dossier du patient.



L'équipe chirurgicale du SOS main de Lesquin est **automatiquement prévenue lorsque qu'une nouvelle séquence est enregistrée.**

- **En cas de détérioration de la plaie, possibilité de :**
 - Réaliser une séquence
 - Etablir un contact direct de l'équipe (via la messagerie de l'application ou par téléphone ou mail)
- Une "feuille de route" est fournie au patient, sur laquelle figure :
 - Une synthèse de la prise en charge
 - Le QR Code
 - Le rythme de réalisation de séquences souhaité.
- **En cas de modification des prescriptions,** les ordonnances correspondantes sont envoyées au domicile du patient.
- Si nécessaire, le patient est reconvoqué à la consultation.



CONTACTS

Annexe 2 : Fiche explicative remise aux patients

FICHE EXPLICATIVE SURVEILLANCE RAPPROCHÉE

Dans le cadre d'une étude menée dans plusieurs SOS mais de la région, vous allez être suivi de manière rapprochée dans les suites de votre intervention.

Déroulement de l'étude :

- ⇒ Pendant 6 mois vous serez vus en consultation de contrôle de manière régulière.
- ⇒ À 2 jours, 1 semaine, 2 semaines, 3 semaines, 1 mois et 3 mois de l'intervention.
- ⇒ Durant ces consultations, plusieurs paramètres seront évalués :
 - L'évolution de la cicatrisation de votre doigt
 - Sa sensibilité
 - Les mobilités de votre doigt
 - Les douleurs que vous pouvez avoir
 - L'impact fonctionnel dans votre vie de tous les jours (évalué par un questionnaire)

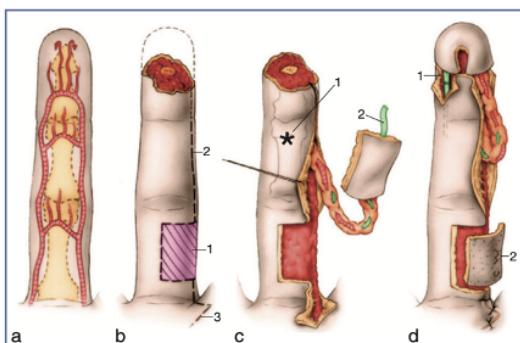
Pour ce faire, nous vous remettons avec cette fiche explicative, une fiche de surveillance que le chirurgien remplira lors des différentes consultations. Il faut donc garder cette feuille dans votre dossier et la ramener à chaque consultation.

PIXACARE :

- ⇒ C'est un nouvel outil technologique qui nous permettra de vous suivre de manière encore plus personnelle.
- ⇒ Il s'agit d'une application sur smartphone permettant aux professionnels de santé d'échanger des photos pour adapter le traitement ou dépister d'éventuelles complications plus tôt.
- ⇒ Ici l'étude prévoit que les infirmiers et infirmières à domicile nous envoient par photo l'évolution de votre cicatrisation via cette application. Nous pourrons ainsi leur donner des consignes s'il est nécessaire de changer le type de pansement.
- ⇒ Pour ce faire vous recevrez par mail un QR code que l'infirmier/infirmière scannera via l'application Pixacare. Une fois scanné, vos photos pourront être envoyées directement depuis l'application. Ces photos sont stockées sur un serveur sécurisé et seuls les chirurgiens vous prenant en charge y ont accès. Un flyer récapitulant l'utilisation de Pixacare vous est également remis avec cette fiche explicative.



Surveillance post-opératoire digitale via l'application Pixacare (A l'attention des IDE)



Votre patient va bénéficier d'une **surveillance rapprochée** dans les suites de son intervention complexe de reconstruction de pulpe.

Pour ce faire nous avons besoin de votre aide !

L'**application Pixacare** va servir de lien entre vous, infirmières et infirmiers libéraux, et nous, chirurgiens du SOS main.

Un flyer explicatif de l'application a été remis au patient afin de vous permettre une utilisation la plus simple et agréable possible.

Le but de ce suivi est de nous envoyer une fois par semaine 2 ou 3 photos de la main reconstruite avec au moins :

- Main à plat ouverte face palmaire
- Main à plat ouverte face dorsale

Le mieux étant de prendre une photo derrière un fond uni (champ stérile du set à pansement par exemple)

Les photos doivent être prises à J7, J14, J21 et J28 de l'intervention (à 1 ou 2 jours près) et 1 fois par semaine si la cicatrisation n'est pas acquise au bout de 1 mois.

Un chat dans l'application nous permettra de communiquer, vous pouvez nous poser des questions via l'intermédiaire de ce chat.

Merci beaucoup pour votre aide !!

L'équipe de chirurgie du SOS main.

Vous pouvez également envoyer vos questions par mail : [REDACTED]

Annexe 4 : Score DN4



Questionnaire DN4

Répondez aux 4 questions ci-dessous en cochant une seule case pour chaque item.

INTERROGATOIRE DU PATIENT

Question 1 - La douleur présente-t-elle une ou plusieurs des caractéristiques suivantes ?

	OUI	NON
1- Brûlure	☐	☐
2- Sensation de froid douloureux	☐	☐
3- Décharges électriques	☐	☐

Question 2 - La douleur est-elle associée dans la même région à un ou plusieurs des symptômes suivants ?

	OUI	NON
4- Fourmillements	☐	☐
5- Picotements	☐	☐
6- Engourdissement	☐	☐
7- Démangeaisons	☐	☐

EXAMEN DU PATIENT

Question 3 - La douleur est-elle localisée dans un territoire où l'examen met en évidence ?

	OUI	NON
8- Hypoesthésie au tact	☐	☐
9- Hypoesthésie à la piqure	☐	☐

Question 4 - La douleur est-elle provoquée ou augmentée par... ?

	OUI	NON
10- Le frottement	☐	☐

Score du patient /10

Annexe 5 : Questionnaire Quick DASH

1

Quick DASH						
Veuillez évaluer vos possibilités d'effectuer les activités suivantes au cours des 7 derniers jours en entourant le chiffre placé sous la réponse appropriée						
		Aucune difficulté	Difficulté légère	Difficulté moyenne	Difficulté importante	Impossible
1.	Dévisser un couvercle serré ou neuf	1	2	3	4	5
2.	Effectuer des tâches ménagères lourdes (nettoyage des sols ou des murs)	1	2	3	4	5
3.	Porter des sacs de provisions ou une mallette	1	2	3	4	5
4.	Se laver le dos	1	2	3	4	5
5.	Couper la nourriture avec un couteau	1	2	3	4	5
6.	Activités de loisir nécessitant une certaine force ou avec des chocs au niveau de l'épaule du bras ou de la main. (bricolage, tennis, golf, etc..)	1	2	3	4	5

	Pas du tout	Légèrement	Moyennement	Beaucoup	Extrêmement
7.	Pendant les 7 derniers jours, à quel point votre épaule, votre bras ou votre main vous a-t-elle gêné dans vos relations avec votre famille, vos amis ou vos voisins ? (entourez une seule réponse)				
8.	Avez-vous été limité dans votre travail ou une de vos activités quotidiennes habituelles en raison de problèmes à votre épaule, votre bras ou votre main ?				

Veuillez évaluer la sévérité des symptômes suivants durant les 7 derniers jours. (entourez une réponse sur chacune des lignes)					
	Aucune	Légère	Moyenne	Importante	Extrême
9.	Douleur de l'épaule, du bras ou de la main				
10.	Picotements ou fourmillements douloureux de l'épaule, du bras ou de la main				

	Pas du tout perturbé	Un peu perturbé	Moyennement perturbé	Très perturbé	Tellement perturbé que je ne peux pas dormir
11.	Pendant les 7 derniers jours, votre sommeil a-t-il été perturbé par une douleur de votre épaule, de votre bras ou de votre main ? (entourez une seule réponse)				

Le score QuickDASH n'est pas valable s'il y a plus d'une réponse manquante.

Calcul du score du **QuickDASH** = ([somme des n réponses] - 1) X 25, où n est égal au nombre de réponses.

AUTEUR : Nom : CHEVALIER **Prénom :** Tanguy

Date de soutenance : 20 Octobre 2023

Titre de la thèse : Télésurveillance des lambeaux digitaux via l'outil Pixacare :
Étude prospective de mise en application.

Thèse - Médecine - Lille 2023

Cadre de classement : Chirurgie plastique - Chirurgie de la main

DES + FST/option : Chirurgie Plastique Reconstructrice et Esthétique FST chirurgie de la main

Mots-clés : Pixacare, télésurveillance, lambeau digital

Résumé :

Objectif : L'objectif principal de l'étude est d'évaluer le degré de concordance inter-observateur de l'analyse des photos de lambeaux digitaux via l'application Pixacare. L'objectif secondaire est d'évaluer la mise en application d'une télésurveillance extrahospitalière de ces lambeaux via l'application Pixacare.

Méthodologie : Étude prospective monocentrique menée au SOS main de Lesquin du 1^{er} janvier au 1^{er} juillet 2023. Les patients ayant bénéficié d'un lambeau digital ont été inclus dans l'étude. Il a été demandé aux infirmiers à domicile d'envoyer une fois par semaine une photo du lambeau via l'application Pixacare. Les séquences recueillies ont ensuite été analysées par 3 observateurs et classées en 2 catégories (Cicatrisation normale / Complication nécessitant une consultation en présentiel). La satisfaction du suivi a été notée sur 5 par les patients

Résultats : Un total de 27 patients a été inclus pour 76 séquences photographiques recueillies via l'application. Le coefficient Kappa de Fleiss évaluant la concordance inter-observateur a été calculé à $K = 0,64$ IC95% [0,51 ; 0,77] avec un $p < 0,001$. Il retrouve une forte concordance. La satisfaction moyenne des patients est de 4.63/5.

Conclusion : Le suivi des lambeaux digitaux par l'application Pixacare semble être prometteur pour permettre d'espacer les consultations, à la vue de la forte concordance inter-observateur. Si la satisfaction des patients est très élevée, la mise en œuvre de cette télésurveillance nécessitera quelques ajustements pour avoir une forte adhésion des paramédicaux au suivi photographique.

Composition du Jury :

Président : Madame le Professeur Véronique DUQUENNOY-MARTINOT

Assesseurs :

Monsieur le Professeur Christophe CHANTELOT

Monsieur le Professeur Pierre GUERRESCHI

Monsieur le Docteur Aurélien AUMAR

Directeur de thèse : Madame le Docteur Line KHADDAJ