



HAL
open science

Évaluation des facteurs de risque de reprise chirurgicale des amputations post traumatiques au membre inférieur : analyse de 10 ans d'activité au sein de l'Hôpital d'Instruction des Armées Percy

Alexia Milaire

► To cite this version:

Alexia Milaire. Évaluation des facteurs de risque de reprise chirurgicale des amputations post traumatiques au membre inférieur : analyse de 10 ans d'activité au sein de l'Hôpital d'Instruction des Armées Percy. Médecine humaine et pathologie. 2023. dumas-04461289

HAL Id: dumas-04461289

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-04461289v1>

Submitted on 21 Feb 2024

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

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



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

AVERTISSEMENT

Cette thèse d'exercice est le fruit d'un travail approuvé par le jury de soutenance et réalisé dans le but d'obtenir le diplôme d'État de docteur en médecine. Ce document est mis à disposition de l'ensemble de la communauté universitaire élargie.

Il est soumis à la propriété intellectuelle de l'auteur. Ceci implique une obligation de citation et de référencement lors de l'utilisation de ce document.

D'autre part, toute contrefaçon, plagiat, reproduction illicite encourt toute poursuite pénale.

Code de la Propriété Intellectuelle. Articles L 122.4

Code de la Propriété Intellectuelle. Articles L 335.2 - L 335.10

UNIVERSITÉ PARIS CITÉ

Faculté de Santé

UFR de Médecine

Année 2023

N°

THÈSE POUR LE DIPLÔME D'ÉTAT DE DOCTEUR EN MÉDECINE

Présentée et soutenue publiquement à l'École du Val de Grâce le 06/10/2023

Par

Alexia MILAIRE

**Évaluation des facteurs de risque de reprise chirurgicale des amputations
post traumatiques au membre inférieur :
Analyse de 10 ans d'activité au sein de l'Hôpital d'Instruction des Armées
Percy.**

Dirigée par Monsieur le Docteur James-Charles MURISON

JURY

M. le Professeur Laurent Mathieu	Président
M. le Docteur James-Charles Murison	Directeur
M. le Professeur Alain Sautet	Membre du jury
M. le Professeur Éric Bey	Membre du jury
Mme le Professeur Julia Facione	Membre du jury

École du Val de Grâce



**MINISTÈRE
DES ARMÉES**

*Liberté
Égalité
Fraternité*



ÉCOLE DU VAL DE GRACE – Paris

A Monsieur le Médecin Général Inspecteur Guillaume PELÉE de SAINT MAURICE

Directeur de l'École du Val-de-Grâce

Professeur agrégé de l'École du Val-de-Grâce

Chevalier de la Légion d'Honneur

Chevalier dans l'Ordre National du Mérite

Chevalier dans l'Ordre des Palmes Académiques

A Monsieur le Médecin en Chef ^(TA) Pierre-Éric SCHWARTZBROD

Directeur-adjoint de l'École du Val-de-Grâce

Chevalier de la Légion d'Honneur

Chevalier dans l'Ordre National du Mérite

Chevalier dans l'Ordre des Palmes Académiques

HOPITAL D'INSTRUCTION DES ARMÉES PERCY – Clamart

Médecin Général Inspecteur Renaud DULOU

Professeur agrégé du Val-de-Grâce

Médecin chef de l'Hôpital d'Instruction des Armées Percy

Chevalier de la Légion d'Honneur

Officier de l'Ordre National du Mérite

Pharmacien en Chef des Services de classe normale Isabelle DROUILLARD

Médecin chef adjoint de l'Hôpital d'Instruction des Armées Percy

Chevalier de la Légion d'Honneur

Officier de l'Ordre National du Mérite

Remerciements

A notre président de jury :

A Monsieur le Médecin en Chef Laurent MATHIEU,

Vous nous avez fait un très grand honneur en acceptant de présider le jury de notre thèse.

Nous vous remercions de nous avoir confié ce sujet de thèse et de l'intérêt que vous avez bien voulu porter à notre travail.

Votre implication scientifique et votre technicité chirurgicale nous rendent admirative. Nous espérons être à la hauteur de vos attentes.

Soyez assuré de notre grand respect et de notre sincère reconnaissance.

A notre directeur de thèse :

A Monsieur le Médecin Principal James-Charles MURISON,

Vous nous avez fait l'honneur d'accepter d'encadrer et diriger ce travail du début à la fin.

Nous vous sommes très reconnaissante des précieux conseils que vous nous avez donné tout au long de l'internat. Au-delà de vos connaissances théoriques, votre maîtrise chirurgicale nous a toujours impressionnée. Merci pour nous avoir transmis cet intérêt pour la chirurgie du membre supérieur, toujours avec bienveillance.

Veuillez recevoir l'expression de ma plus grande gratitude.

A nos assesseurs :

A Monsieur le Professeur Alain SAUTET,

Nous avons l'honneur de vous compter parmi les membres de notre jury de thèse. Nous vous remercions de l'intérêt que vous avez porté à notre travail.

Nous avons particulièrement apprécié travailler avec vous lors du semestre passé dans votre service où l'enseignement est très riche. Nous espérons avoir le privilège d'apprendre encore à vos côtés.

Veillez recevoir l'expression de notre grande reconnaissance et de notre respectueuse considération.

A Monsieur le Médecin en Chef des Services Hors Classe Éric BEY,

Vous nous avez fait un grand honneur en vous rendant disponible afin de faire partie du jury de cette thèse.

Vos connaissances théoriques, votre précision chirurgicale et vos qualités humaines nous ont beaucoup inspirée lors du semestre de chirurgie plastique et reconstructrice des membres passé dans votre service.

Veillez recevoir l'expression de notre plus profond respect.

A Madame le Médecin en Chef Julia FACIONE,

Nous vous remercions pour l'intérêt que vous portez à notre travail en acceptant de juger notre thèse.

Vos connaissances scientifiques vous honorent. Nous aurons certainement le privilège d'échanger avec vous lors de nos prises en charges médico-chirurgicales futures.

Recevez ici nos sincères remerciements et le témoignage de notre profonde considération.

A Antoine, mon petit mari,

Tu m'as épaulée et soutenue pendant toutes les années de mon internat, que tu sois près de moi ou en mission. Tu as su partager les bons moments à mes côtés et embellir les moments plus difficiles. Tu es un pilier pour moi. Je ne te remercierai jamais assez de tout l'amour et l'affection que tu me portes au quotidien. J'ai hâte que l'on entame nos nouveaux projets ensemble, je t'aime.

A mes parents,

Je vous serai éternellement reconnaissante de cette éducation et des valeurs que vous m'avez inculquées ; elles font de moi la femme que je suis aujourd'hui. Grâce à vous, j'ai pu concrétiser mon rêve de carrière. Merci de m'avoir soutenue tout au long de ces années, je suis très fière de pouvoir vous montrer ce que je suis devenue.

A mon papa, merci de m'avoir inspirée pour cette carrière qui débute (*dès le collège, oui !*), tes encouragements, ton écoute et tes conseils ont été et seront toujours précieux pour moi. A ma maman, tu as toujours su faire face aux situations difficiles, tu es la femme la plus forte que je connaisse. Merci de m'avoir nourrie de tout cet amour, tu es un modèle pour moi.

A mon grand-frère et ma petite sœur,

Je suis très fière de ce que vous êtes devenus. Merci pour tous ces souvenirs partagés tous les trois et ceux que nous sommes en voie de créer. Vous êtes indispensables pour moi et rien ni personne ne pourra jamais nous séparer. Je vous aime de tout mon cœur.

A ma marraine et mon oncle,

Isa et Joël, je ne vous remercierai jamais assez pour votre soutien et particulièrement lors de mon déménagement à Paris. Vous avez toujours répondu présents pour moi dès que j'en avais besoin. Je suis consciente de la chance que j'ai d'avoir une Marraine comme toi. Mille mercis.

A ma Grand-mère,

Tu es partie trop tôt, je me souviendrai toujours de toi. Tu as été une Grand-Mère exemplaire.

A ma belle-famille,

Pascal, Véronique, Adrien, Margaux et Sébastien, je vous remercie de m'avoir accueillie au sein de votre famille, de la place que vous me faites et du soutien que vous m'avez apporté ces dernières années. Merci pour tous ces beaux moments passés en famille (*à Bessans, à Lyon, à Port-Grimaud et à Berlin*), il y en a de nombreux à venir !

PS : Margaux, merci pour tous tes conseils précieux pendant la préparation de notre mariage, ton implication m'a beaucoup touchée.

A Lolo,

Toi, ma meilleure et fidèle amie depuis au moins 8 ans maintenant, merci pour tous nos souvenirs inoubliables (*tous, sans exception, immortalisés en photos !*), pour ces séances de sport à suer (*comme jaja !*), pour ces fous rires incessants, pour ces voyages (*à Porto, à Malaga, dans ton sud, en Bretagne...*), pour ces confessions intimes mutuelles et toutes ces soirées endiablées. J'ai hâte de pouvoir fêter cette étape importante avec toi !

A ma « *team EVJF* »,

Seg, Lolo, Popo, Pop's, Manue, Gigi, Jacquie et Carlouche, pour avoir préparé un mémorable week-end d'enterrement de vie de jeune fille au milieu du travail et des préparatifs de

mariage. Votre présence à toutes m'a énormément touchée et votre amitié est très chère à mes yeux, je n'oublierai jamais tout ce que vous avez fait pour moi toutes ces années.

A mes copains militaires,
Gigi, Jacquie, Laszlo, Paul, Chacha, Nathus, Constance, Ventu, Chafou, Guillaume, Oscar et ceux que je ne cite pas... Je vous remercie pour tous ces moments passés ensemble à la boate et en dehors, pour ces nombreuses soirées, restos et apéros et pour votre présence aux moments clés de ma vie.

A la SFOUF,
Manue, Caro, Lola, Hélène et Justine, merci à ces petits bouts de femme indépendantes et brillantes pour tous ces dîners inoubliables, ces congrès, ces moments passés au bloc, en consult', aux urg' et autres ! Vous êtes des petits rayons de soleil et j'ai hâte que l'on continue nos réunions tupperware entre filles, votre présence m'est très chère.

A Benji, Marc, Manue (*encore*) et Quentin,
Ces co-internes « *du love* », que j'ai rencontré tout au long de mes semestres d'orthopédie ou de plastique. Vous êtes chacun des personnes incroyables, devenus des amis inestimables. Je vous remercie pour tous ces moments qui nous ont fait nous évader du quotidien.
Benji, même si l'on ne se voit pas souvent, je n'oublie pas ce lien que l'on a tissé tous les deux et j'ai hâte de te retrouver près de moi en novembre !

A mes infirmières préférées (*et de loin !*),
Julie, Aline, Graciane, Cécile, toute l'équipe paramédicale d'orthopédie de Percy et Françoise, leur cadre. Vous avez su me donner les armes dès le premier semestre afin de surmonter le quotidien de l'internat. Je vous remercie d'avoir embelli ces nombreuses visites et gardes par votre joie de vivre. Je me souviendrai toujours de nos longues discussions (*ou réunions tupperware*) à la CV, la nuit pendant les gardes et les week-end.

A mes co-internes militaires et civils,
Merci pour ces moments passés ensemble à l'hôpital et en dehors, pour ces cafés post staff, ces bières post bloc et ces soirées inoubliables.

Aux chirurgiens orthopédistes de l'Hôpital Percy,
Fabrice, James, Nicolas, Georges, Anaïs, Julien, Benjamin, Victor et Sorya, merci de m'avoir si bien accueillie au sein du service et de m'avoir transmis votre savoir tout au long des semestres passés avec vous. Je vous en serai toujours reconnaissante.

A mes chefs de clinique de l'Hôpital Saint-Antoine,
Pierre, Marie, Micka, Aymane, Laïla et Kévin, je vous remercie de m'avoir inculqué vos valeurs et toutes vos connaissances. Merci pour toutes ces soirées endiablées, elles resteront gravées dans ma mémoire.

PS : merci à Pierre pour toutes ces gardes, on s'est supportés mutuellement mais on a surtout beaucoup ri, je ne les oublierai pas.

Aux chirurgiens orthopédistes de l'Hôpital Privé Paul d'Égine,
Et en particulier aux Docteur Falcone, Docteur Dinh et Docteur Goubier. Merci de m'avoir enseigné les bases de la chirurgie de la main et de l'épaule, je ne vous remercierai jamais assez.

Serment d'Hippocrate

En présence des Maîtres de cette École, de mes chers condisciples et devant l'effigie d'Hippocrate, je promets et je jure d'être fidèle aux lois de l'honneur et de la probité dans l'exercice de la Médecine.

Je donnerai mes soins gratuits à l'indigent et n'exigerai jamais un salaire au-dessus de mon travail.

Admis dans l'intérieur des maisons, mes yeux ne verront pas ce qui s'y passe ; ma langue taira les secrets qui me seront confiés et mon état ne servira pas à corrompre les mœurs ni à favoriser le crime.

Respectueuse et reconnaissante envers mes Maîtres, je rendrai à leurs enfants l'instruction que j'ai reçue de leurs pères.

Que les hommes m'accordent leur estime si je suis fidèle à mes promesses !

Que je sois couvert d'opprobre et méprisé de mes confrères si j'y manque.

○...ALLEZ OU LA PATRIE ET L'HUMANITE ○
VOUS APPELLENT SOYEZ Y TOUJOURS
PRETS A SERVIR L'UNE ET L'AUTRE ET S'IL
LE FAUT SACHEZ IMITER CEUX DE VOS
GENEREUX COMPAGNONS QUI AU MEME POSTE
SONT MORTS MARTYRS DE CE DEVOUEMENT
INTREPIDE ET MAGNANIME
QUI EST LE VERITABLE ACTE DE FOI
DES HOMMES DE NOTRE ETAT.

BARON PERCY

CHIRURGIEN EN CHEF DE LA GRANDE ARMÉE
○ AUX CHIRURGIENS SOUS-AIDES. 1811 ○

Résumé et indexation en français

Évaluation des facteurs de risque de reprise chirurgicale des amputations post traumatiques au membre inférieur : Analyse de 10 ans d'activité au sein de l'Hôpital d'Instruction des Armées Percy.

Résumé :

Introduction : Lorsqu'elle est réalisée en traumatologie, l'amputation au membre inférieur est associée à un risque de reprise chirurgicale important. L'objectif de cette étude est d'analyser les facteurs de risque de reprises chirurgicales des amputations post traumatiques au membre inférieur.

Matériel & Méthode : Il s'agit d'une étude rétrospective monocentrique. Entre janvier 2010 et février 2020, 123 amputations du membre inférieur post traumatiques ont été réalisées sur 113 patients dans un Centre de Traumatologie de niveau 1. Les données liées au traumatisme, aux interventions chirurgicales et à l'état fonctionnel des patients ont été analysées. Le critère de jugement principal était la reprise chirurgicale survenant à plus de 6 mois. L'état fonctionnel des patients à long terme a été analysé en second plan.

Résultats : 86 patients et 96 amputations ont été inclus, 63 (65,6%) ont été réalisées moins de 30 jours après le traumatisme. Le taux de reprises chirurgicales à plus de 6 mois de l'amputation était de 38,3% : 28,7% de resurfaçage (reprise osseuse pour conflit ou matelassage des parties molles), 20,2% d'ossifications hétérotopiques (OH), 11,7% d'infections tardives et 9,6% de névromes. Les patients âgés de plus de 30 ans avaient moins de reprises tardives (OR=0,26 [0,08-0,79] ; p=0,021 et 0,12 [0,03-0,42] ; p=0,002). Un Index de Gravité Simplifié II supérieur à 45 était un facteur protecteur de reprise tardive (0.15 [0.03-0.65] ; p=0.016). L'analyse en sous-groupe retrouvait une augmentation des reprises pour resurfaçage chez les patients jeunes (31,6 ans). L'infiltration nerveuse per opératoire lors de l'amputation initiale par un anesthésique local avant section nerveuse diminuait le risque de reprise pour névrome (6% ; p<0,01). Un traumatisme crânien associé et la réalisation d'une myodèse augmentaient le risque de reprise pour OH (27% ; p=0,03 et 30% ; p=0,012). Être amputé d'au moins 2 membres exposait à plus de reprise chirurgicale tardive (OR=7.07 [1.83-33.06] ; p=0.007). 94% des patients étaient appareillés et 71,2% avaient repris le travail à 7 ans de recul moyen.

Discussion : L'âge jeune apparaît déterminant dans le développement de complications tardives de moignon : la demande fonctionnelle des patients en phase active de leur vie implique une utilisation prothétique plus importante et une sur sollicitation potentielle du moignon. Un IGS II critique diminue l'espérance de vie : les exigences fonctionnelles sont moins importantes et les reprises tardives moins fréquentes. L'analyse en sous-groupe nous donne des pistes peu étudiées et intéressantes à propos du développement de névromes et d'ossifications hétérotopiques symptomatiques.

Conclusion : Bien qu'ils ne soient pas tous modifiables, connaître les facteurs de risque de reprise chirurgicale permet d'améliorer la qualité de vie des patients amputés.

Spécialité :

DES de Chirurgie Orthopédique et Traumatologie

Mots clés français : amputation, membre inférieur, névrome, post-traumatique.

Forme ou Genre :

fMeSH : Dissertation universitaire

Rameau : Thèses et écrits académiques

Résumé et indexation en anglais

Analysis of risk factors for surgical revision of post-traumatic lower limb amputations. 10 years of activity at the Percy Training Military Hospital.

Abstract:

Introduction: When performed in trauma, lower limb amputation is associated with a significant risk of revision surgery. The objective of this study is to identify risk factors for revision surgery of post-traumatic lower limb amputations.

Material & Method: This is a single center retrospective study. Between January 2010 and February 2020, 123 post-traumatic lower extremity amputations were performed for 113 patients at a Level 1 Trauma Center. Data related to the trauma, surgical procedures, and functional status of patients were analyzed. The primary endpoint was revision surgery occurring beyond 6 months. The analyze of long-term functional status of patients was part of a secondary endpoint.

Results: 86 patients and 96 amputations were included, 63 (65.6%) were performed within 30 days of the trauma. The rate of revision surgery beyond 6 months after amputation was 38.3%: 28.7% resurfacing (bone revision for impingement or soft tissue padding), 20.2% heterotopic ossifications (HO), 11.7% late infections, and 9.6% neuromas. Patients over 30 years old had fewer late revisions (OR=0.26 [0.08-0.79]; p=0.021 and 0.12 [0.03-0.42]; p=0.002). A Simplified Severity Index II greater than 45 was a protective factor for late recovery (0.15 [0.03-0.65]; p=0.016). Subgroup analysis showed an increase of resurfacing in younger patients (31.6 years). Per operative nerve infiltration during the initial amputation with a local anesthetic before nerve sectioning decreased the risk of revision for neuroma (6%; p<0.01). Associated head trauma and myodesis increased the risk of revision for HO (27%; p=0.03 and 30%; p=0.012). Amputation of more than one limb increased the risk of late revision surgery (OR=7.07 [1.83-33.06]; p=0.007). 94% of the patients were fitted with a prosthetic device and 71.2% had returned to work at a mean follow-up of 7 years.

Discussion: Young age appears to be a determining factor in the development of late stump complications: the functional demands of patients in the active phase of their lives imply greater prosthetic use and potential oversteering of the stump. A critical IGS II decreases life expectancy: functional demands are less important and late revisions are less frequent. The

subgroup analysis gives us interesting and little studied tracks about the development of symptomatic neuromas and heterotopic ossifications.

Conclusion: Although not all of them are controllable, awareness of risk factors for revision can improve the quality of life of amputee patients.

English keywords: Amputation, lower limb, neuroma, post traumatic.

Publication type:

MeSH : Academic Dissertation

Liste des abréviations

ET : Écart-Type

HIA : Hôpital d'Instruction des Armées

IED : Improvised Explosive Device, (engin explosif artisanal)

IGS II : Index de Gravité Simplifié II

IMC : Indice de Masse Corporelle

IRM : Imagerie de Résonance Magnétique

OH : Ossification Hétérotopique

TMR : Targeted Muscle Reinnervation (réinnervation musculaire ciblée)

Table des matières

École du Val de Grâce	4
Remerciements.....	6
Serment d’Hippocrate	10
Résumé et indexation en français	12
Résumé et indexation en anglais.....	14
Liste des abréviations	16
Table des matières	17
I. Introduction.....	21
1. Contexte et définitions.....	22
1.1 <i>Stratégie chirurgicale</i>	22
1.2 <i>Technique chirurgicale initiale</i>	23
1.3 <i>Confection définitive du moignon</i>	23
2. Complications	24
2.1 <i>Complications des parties molles</i>	24
2.1.a. Définition.....	24
2.1.b. Traitement.....	27
2.2 <i>Ossifications hétérotopiques</i>	28
2.2.a. Définition	28
2.2.b. Traitement.....	30
2.3 <i>Infections</i>	31
2.3.a. Infections superficielles	31
2.3.b. Infections profondes	31
2.3.c. Ostéomyélites	32
2.4 <i>Névromes</i>	33
2.4.a. Définition	33
2.4.b. Traitement.....	33
2.4.c. Prévention	34
II. Matériel & Méthodes.....	35
1. Description de l’étude.....	35
2. Description de la population.....	35
3. Critères de jugement	36
4. Paramètres étudiés.....	36
4.1 <i>Données générales</i>	36
4.2 <i>Délais d’analyse</i>	37
4.3 <i>Motifs de reprise chirurgicale</i>	37

4.4	<i>Niveau d'amputation</i>	38
4.5	<i>Mécanisme lésionnel</i>	38
4.6	<i>Indice de Gravité Simplifié II</i>	38
4.7	<i>Évaluation fonctionnelle</i>	39
5.	Protection des données	39
6.	Méthodes d'analyses statistiques	40
III.	Résultats	41
1.	Diagramme de flux	41
2.	Données démographiques	42
3.	Analyses « reprises »	45
3.1	<i>Analyses bivariées</i>	45
3.1.a.	<i>Niveaux d'amputation</i>	45
3.1.b.	<i>Reprises précoces</i>	46
3.1.c.	<i>Reprises tardives</i>	47
3.2	<i>Analyse multivariée</i>	50
3.3	<i>Analyse en sous-groupes « motifs de reprises tardives »</i>	51
3.3.a.	<i>Resurfaçage / couverture</i>	51
3.3.b.	<i>Ossification hétérotopique</i>	51
3.3.c.	<i>Névrome</i>	52
3.3.d.	<i>Infection tardive</i>	52
3.4	<i>Analyse en sous-groupes « Amputation de sauvetage et de nécessité / de raison et de résignation »</i>	54
3.5	<i>Analyses fonctionnelles</i>	57
3.5.a.	<i>Données fonctionnelles</i>	57
3.5.b.	<i>Analyse bivariée « état fonctionnel / reprise chirurgicale »</i>	58
3.5.c.	<i>Modèle de survie « appareillage à 90 jours »</i>	59
IV.	Discussion	63
1.	Reprises chirurgicales précoces et tardives	63
1.1	<i>Resurfaçage et couverture de moignon</i>	63
1.2	<i>Ossifications hétérotopiques</i>	65
1.3	<i>Infection de moignon</i>	67
1.4	<i>Névrome</i>	69
2.	Facteurs prédictifs de reprise chirurgicale après amputation	71
2.1	<i>Index de Gravité Simplifié II</i>	71
2.2	<i>Age</i>	72
2.3	<i>Délai traumatisme – première amputation</i>	72
2.4	<i>Lésions vasculaires</i>	72
2.5	<i>Reconstruction du membre avant amputation</i>	73
2.6	<i>Nombre de membres amputés</i>	73
3.	Facteurs prédictifs de l'état fonctionnel	74
4.	Limites et forces de l'étude	75

V.	Conclusion	77
VI.	Bibliographie.....	79
VII.	Table des figures	86
VIII.	Table des tableaux.....	87

I. Introduction

Les amputations restent considérées comme un échec thérapeutique qu'elles soient réalisées en post-traumatique ou pour d'autres raisons médicales ; les progrès médico-chirurgicaux ont permis de donner une place centrale à la reconstruction des membres traumatisés dans les centres de traumatologie de niveau 1 (1). Néanmoins, après analyse de la balance bénéfice/risque, il arrive que l'amputation d'emblée soit inévitable (2) : le chirurgien est responsable de cette décision. La fonction du membre inférieur après amputation fait l'objet d'études approfondies dans le but d'améliorer la prise en charge et de limiter la morbi-mortalité liée au traumatisme et à l'amputation (3).

Bien que beaucoup de progrès aient été réalisés dans le domaine de l'appareillage et de la réadaptation, les suites opératoires des amputations du membre inférieur sont souvent compliquées. Il n'existe pas de réel consensus concernant les stratégies chirurgicales initiales de prise en charge des amputations de membre.

Une prise en charge pluridisciplinaire des traumatisés graves du membre inférieur est indispensable depuis le traumatisme jusqu'à la période de réhabilitation. Il s'agit d'un parcours complexe qui nécessite une prise en charge spécialisée.

Au cours de leur réhabilitation, et tout au long de leur existence, les patients amputés sont susceptibles de rencontrer des complications invalidantes au niveau de leur moignon, et nécessitent parfois des reprises chirurgicales. Les principales complications sont connues et ne sont pas rares ; elles ont été étudiées dans le monde entier pour la plupart d'entre elles (4,5). Elles sont classées en quatre groupes : les problèmes de resurfaçage de moignon, le développement d'ossifications hétérotopiques, les infections de moignon et les névromes douloureux.

Les données épidémiologiques restent faibles concernant les facteurs de risque de développement de ces complications (6). Leur anticipation pourrait permettre un gain de temps et de qualité de vie considérables pour les patients amputés.

La littérature est limitée quant à l'analyse étiologique des complications des amputations, mais aussi des facteurs de risques en lien avec la prise en charge initiale. La constatation empirique ayant mené à faire cette étude est celle d'une fréquence élevée de reprise chirurgicale des moignons d'amputation. Nous avons choisi de réaliser une étude épidémiologique au travers

d'une évaluation des pratiques professionnelles au sein du service de chirurgie orthopédique et reconstructrice des membres de l'Hôpital d'Instruction des Armées Percy. L'objectif de cette étude est d'identifier des facteurs de risque de reprise des moignons afin d'optimiser nos pratiques chirurgicales pour améliorer la qualité de vie de nos patients.

1. Contexte et définitions

1.1 Stratégie chirurgicale

Plusieurs niveaux décisionnels d'amputation ont été décrits par S. Rigal pour la prise en charge des grands délabrements du membre inférieur (7). Ce raisonnement prend en compte les moyens à disposition pour procurer les soins au patient, la structure disponible (pratique civile ou contexte de guerre) et le bilan lésionnel. Lorsque la conservation du membre est impossible, on parle d'amputation de nécessité. L'amputation de sauvetage est réalisée lorsque le pronostic vital est engagé, sur un délabrement hémorragique non contrôlable. Enfin, deux autres amputations sont décrites : l'amputation de raison et l'amputation de résignation. Elles sont réalisées à distance du traumatisme, lorsque la reconstruction du membre est en échec thérapeutique : dans le cas d'un sepsis chronique ou dans celui de séquelles fonctionnelles majeures invalidantes (8).

Ces quatre types d'amputation sont « chirurgicales » et diffèrent des amputations « traumatiques » générées par le traumatisme lui-même. De nombreux scores ont été décrits pour l'évaluation de la viabilité et du sauvetage des membres lors de la prise en charge initiale des traumatismes sévères des membres inférieurs (9). Il est cependant admis que ces scores ne doivent pas être utilisés pour juger d'une amputation immédiate. Ils ne possèdent ni la spécificité ni la sensibilité nécessaires pour prendre la décision d'amputation chez un blessé de guerre ou un traumatisé grave (10). Le chirurgien doit se fonder sur son examen clinique et documenter les indications de traitement radical d'emblée.

L'amputation est une intervention radicale et irréversible. Cette décision thérapeutique chez un blessé grave restera source de débats permanents : tentative de traitement conservateur dans l'espoir de retrouver un membre fonctionnel, ou traitement radical d'emblée en misant sur un appareillage précoce et efficace. Cette initiative doit être prise par un chirurgien ayant

une grande expérience chirurgicale et une bonne connaissance de la doctrine chirurgicale militaire ou de catastrophe.

1.2 Technique chirurgicale initiale

La technique chirurgicale initiale à adopter lors d'une amputation de sauvetage ou de nécessité relève du concept de damage control orthopédique avec réalisation d'une amputation temporaire sans fermeture du moignon (10). Le site d'amputation doit se situer le plus bas possible pour anticiper les éventuelles reprises. Les amputations par guillotine doivent être proscrites compte tenu du risque de défaut de couverture par les parties molles, ce qui impliquerait une recoupe plus proximale. La réalisation de lambeau de couverture ne doit pas se faire en urgence : elle doit être réservée pour les temps ultérieurs après les séquences de débridement et de parage. Le moignon est idéalement laissé ouvert, favorisant le drainage de l'œdème, et réduisant le risque de nécrose cutanée et le risque septique. Un simple pansement humide peut être réalisé après avoir positionné sommairement les tissus mous sur l'os.

En cas de fracture, l'amputation ne doit pas être réalisée en regard, sauf s'il s'agit de la seule zone où la peau et les tissus mous sont viables.

1.3 Confection définitive du moignon

Une fois la phase inflammatoire passée, il est possible d'envisager la réalisation de l'amputation définitive avec confection du moignon au niveau idéal en fonction du segment considéré et des lésions des parties molles. La recoupe osseuse, si elle est nécessaire, doit se faire en regard des tissus mous les plus distaux afin d'éviter le savonnage du moignon. Une myodèse est aussi réalisée pour limiter le glissement des parties molles sur l'os lors de l'appareillage.

On favorisera une fermeture lâche, sur lame de Delbet ou sur drain pour réduire le risque de collections profondes.

Malgré le respect de ces règles et de la stratégie séquentielle prédéfinie, des complications peuvent survenir à chaque étape de la prise en charge, grevant à chaque fois le pronostic fonctionnel du patient (11).

2. Complications

Les motifs de reprise chirurgicale des moignons d'amputation au membre inférieur les plus fréquents sont les resurfaçages pour manque de matelassage et la déhiscence du moignon (savonnage des parties molles), les reprises cutanées superficielles (cicatrices anfractueuses, désunions), les ossifications hétérotopiques symptomatiques, les infections (ostéites, ostéomyélites) et les névromes douloureux. Les reprises chirurgicales après amputation de grands segments de membres post traumatique sont relativement courantes, avec une incidence allant de 15 % à 53 % selon les études (11–16).

2.1 Complications des parties molles

2.1.a. Définition

Le résultat fonctionnel des patients dépend non seulement de la section osseuse mais aussi de la qualité des parties molles recouvrant la tranche de section osseuse. Les complications des tissus mous sont fréquentes et multiples. Elles peuvent aller d'une irritation superficielle causée par une prothèse mal ajustée ou par un changement d'activité, à une ulcération des tissus mous en profondeur. Elles se traduisent cliniquement par des points d'appui douloureux (figure 1), une saillie osseuse sous la peau (figure 2), un excès de tissus mous (savonnage du moignon) (figure 3), des oreilles irritantes si elles sont trop prononcées, ou une hyperplasie verruqueuse (17).

Un conflit osseux interne ou la sollicitation du moignon peut favoriser les frottements répétés entre l'os et les parties molles, et être à l'origine de développement de collections liquidiennes (« les bourses »). Elles sont souvent temporaires et asymptomatiques (18). Parfois, elles peuvent se surinfecter du fait de l'état inflammatoire local, et nécessiter une reprise chirurgicale (19).



Figure 1 – Amputation trans-tibiale : zones de conflit, qualité cutanée insuffisante (source Pr L. Mathieu)



Figure 2 – Amputation trans-fémorale : saillie osseuse sous-cutanée (source Pr L. Mathieu)



Figure 3 – Désarticulation de genou : lambeau libre de grand dorsal avec excès de parties molles (source Pr L. Mathieu)



Figure 4 – Amputation trans-tibiale (vue de face) : zone de conflit avec ulcération cutanée (source Dr N. De L'Escalopier)



Figure 5 – Amputation trans-tibiale (vue de dessous) : zone de conflit avec ulcération cutanée (source Dr N. De L'Escalopier)

2.1.b. Traitement

Lors de l'amputation, les extrémités osseuses doivent être bien matelassées pour prévenir les conflits avec la prothèse, et les masses musculaires doivent être stabilisées (myodèse) afin de faciliter l'appareillage. La technique de capitonnage musculaire conditionne la stabilité du moignon (20).

Les complications des parties molles des moignons se traitent médicalement en première intention et chirurgicalement si nécessaire.

La première étape du traitement des complications des parties molles du moignon est la modification relative de l'appui prothétique ou de l'emboîture par les médecins rééducateurs. Les soins cutanés du moignon, la levée des contraintes par le repos prothétique et l'ajustement des emboîtures des prothèses est nécessaire.

En cas d'instabilité du moignon, une myodèse secondaire ou une stabilisation tibio-fibulaire distale peut être réalisée. Si la reprise de moignon est uniquement liée aux parties molles superficielles, les tissus profonds doivent être laissés intacts (17). Une reprise de cicatrice anfractueuse peut avoir lieu avec ou sans reconstruction cutanée (greffe de peau mince pleine ou en filet, lambeaux libres...). Il n'est pas recommandé de ponctionner une bursite inflammatoire compte tenu du risque de fistule et du risque septique. En revanche, la ponction peut être efficace pour le diagnostic différentiel de bursite septique. Les bourses infectées ou symptomatiques de façon chronique nécessitent une excision chirurgicale (21). Pour limiter le conflit osseux interne au tibia, il est nécessaire de réaliser une section osseuse tibiale avec un angle d'attaque de 30° en antérieur (angle de Farabeuf) afin de faire en sorte que la zone d'appui antérieure soit plane et non biseautée. La fibula doit être sectionnée 1 à 2cm plus proximal que le tibia afin de limiter les difficultés d'adaptation à la prothèse (22,23).

Ces reprises permettent un retour à l'utilisation régulière de la prothèse et une meilleure tolérance de celle-ci.

2.2 Ossifications hétérotopiques

2.2.a. Définition

L'ossification hétérotopique (OH) est une complication fréquente dans le cadre de la réadaptation de certains patients. Il s'agit de la formation d'os lamellaire mature extra-squelettique dans des tissus mous où l'os n'existe normalement pas (24) (figures 4 et 5). Ces ossifications hétérotopiques peuvent survenir après un traumatisme iatrogène ou non (fracture, arthroplastie, traumatisme musculaire, dislocation d'une articulation), suite à des brûlures thermiques importantes ou suite à un événement neurogène (traumatisme crânien, accident vasculaire cérébral, lésion cérébrale, tumeur cérébrale) (25,26). Leur genèse exacte reste inconnue qu'elles soient d'origine traumatique ou neurogène. L'intérêt pour cette complication a augmenté en raison de sa forte prévalence dans les traumatismes des extrémités et les amputations liées au combat. Leur développement dans une population civile en contexte post-traumatique reste encore peu décrit (27,28).

Les ossifications hétérotopiques sont source de douleurs, de désunion cicatricielle, de difficultés à l'appareillage, de compressions neurovasculaires et de limitation des amplitudes articulaires. Des symptômes neurologiques à type de douleurs neuropathiques, engourdissements ou faiblesse musculaire peuvent y être associés du fait de la proximité des structures nerveuses (25).

Leur répercussion est importante sur l'appareillage puisqu'elles peuvent rendre une prothèse sur-mesure inadaptée.



Figure 6 – Amputation trans-fémorale : présence d'ossification hétérotopique à la partie distale



Figure 7 – Amputation trans-tibiale : ossification hétérotopique en regard de la fibula distale (*source Pr L. Mathieu*)



Figure 8 – Amputation trans-fémorale : vue scannographique de l'ossification hétérotopique



Figure 9 – Amputation trans-fémorale : vue per opératoire d’ossification hétérotopique (source Dr N. De L’Escalopier)



Figure 10 – Vue per opératoire d’une ossification hétérotopique de moignon d’amputation réséquée (source Dr N. De L’Escalopier)

2.2.b. Traitement

Le traitement intéresse uniquement les lésions symptomatiques. Il faut commencer par un traitement médical (kinésithérapie, administration d’anti-inflammatoires...), et s’il est insuffisant, recourir au traitement radical qu’est la résection chirurgicale. Elle est indiquée en cas de sepsis, de menace cutanée évidente ou à partir du moment où un appareillage satisfaisant n’est plus possible malgré plusieurs modifications de celui-ci. Ce geste est amené à favoriser une amélioration de la mobilité, des transferts, de l’hygiène et des activités de la vie quotidienne. Certains auteurs préconisent de réaliser l’exérèse quand l’OH a atteint sa pleine maturité (12 à 18 mois après le diagnostic initial) pour ne pas augmenter le risque de récurrence (25), mais contrairement à ce qui a été publié, il est maintenant établi qu’une résection chirurgicale précoce de l’OH n’est pas associée à sa récurrence. L’excision chirurgicale de l’OH doit être réalisée lorsqu’elle n’est plus tolérable sur le plan fonctionnel et qu’elle est suffisamment constituée pour être excisée (29).

2.3 Infections

Les amputations associées à un traumatisme sont responsables d'une morbidité importante liée aux lésions tissulaires, à la contamination et au risque septique. Les infections superficielles et profondes dans ce contexte restent fréquentes avec des taux retrouvés dans la littérature de 25% à 38% (13,30–32). Cette prévalence s'élève à 89% après des amputations liées au combat associées à des fractures ouvertes atteignant le même membre (33). Une nécrose et une contamination des tissus sont attendues dans un contexte d'amputation post traumatique : l'amputation en une seule étape avec fermeture du moignon dans cette situation est fortement déconseillée (30). Polfer et al. préconisent des périodes longues de moignon totalement ou partiellement ouvert et un nombre plus important de débridements chirurgicaux après traumatisme par explosion ou à haute énergie (17). Lors de ce temps de latence, quand le moignon est laissé ouvert, on peut utiliser la thérapie par pression négative. Les cas rares où une fermeture directe du moignon serait envisageable demandent des conditions précises : un patient stable, une blessure refroidie et la présence de tissus sains avec un niveau d'amputation proche de la zone de la blessure.

2.3.a. Infections superficielles

Elles sont cutanées pures ou sous-cutanées. Elles peuvent souvent être traitées par une antibiothérapie probabiliste, des soins de pansement bien conduits et une surveillance étroite.

2.3.b. Infections profondes

Elles nécessitent un débridement précoce des tissus infectés, parfois itératif, associé à une antibiothérapie parentérale probabiliste (après prélèvements peropératoires) secondairement adaptée aux cultures prolongées. Une recoupe osseuse du membre est souvent nécessaire pour parer l'os infecté ou restaurer une enveloppe de tissu mou robuste et durable. La perte d'un niveau d'amputation à cause de l'infection reste rare (34).

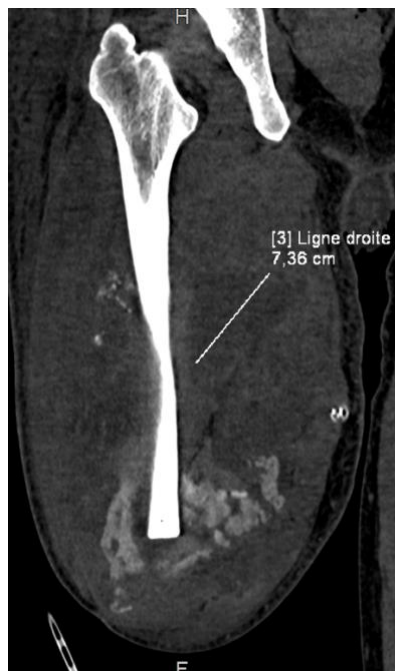


Figure 11 – Amputation trans-fémorale : vue scannographique d'une collection profonde des parties molles

2.3.c. Ostéomyélites

Une ostéomyélite est une infection de l'os et des parties molles secondaire à une inoculation directe (après un traumatisme ou une chirurgie), à une infection par voie hématogène ou par contact prolongé avec des tissus adjacents infectés. Elle se manifeste par des douleurs osseuses intenses, de la fièvre, une impotence fonctionnelle et une altération de l'état général. Elle peut conduire à la nécrose osseuse.

Les ulcères cutanés ou les vésicules du moignon touchent la plupart des patients de façon occasionnelle, entraînant parfois une effraction cutanée avec ou sans cellulite. L'ostéomyélite chronique peut se développer dès le début ou se développer avec le temps en cas de soins cutanés négligés (35).

L'identification du germe dans ce contexte est indispensable (36) ; par des prélèvements peropératoires osseux. Des examens d'imagerie peuvent être réalisés en complément (radiographies, scanner ou Imagerie par Résonance Magnétique) pour guider le geste chirurgical.

Le traitement implique un débridement, un drainage associé éventuellement à une résection osseuse avec un lavage abondant de la zone infectée et une antibiothérapie adaptée.

2.4 Névromes

2.4.a. Définition

Les sections nerveuses au cours des amputations des membres sont fréquemment source de douleurs qui peuvent être de deux types : névromes douloureux et douleurs du membre fantôme. Il s'agit de douleurs neuropathiques ressenties dans le moignon (névrome douloureux) ou dans le segment de membre amputé (douleur du membre fantôme). Leur origine est à la fois périphérique et centrale (37). Le névrome a été décrit pour la première fois en 1811 par Odier (38). Il s'agit d'une prolifération bénigne de tissu nerveux, contenant tous les éléments de la gaine nerveuse et des fibres nerveuses, qui se produit à la suite d'une repousse désorganisée des axones après une lésion nerveuse (39) (Figure 6). Les névromes peuvent survenir après une lacération, un écrasement, un traumatisme contondant ou une irritation chronique de nerf (40). Ils ne sont pas toujours symptomatiques mais le deviennent lorsqu'ils sont situés superficiellement en sous-cutané ou au contact des zones d'appui ou engainés dans les tissus cicatriciels (41). La douleur souvent chronique réduit considérablement la qualité de vie et la capacité fonctionnelle des patients amputés puisqu'elle peut aller jusqu'à empêcher l'appareillage. L'incidence globale des névromes symptomatiques est de 19% chez les patients amputés des membres inférieurs. Il existe un sous-diagnostic dans les trois ans suivant l'amputation (42). Le diagnostic se fait par une IRM ou une échographie.

2.4.b. Traitement

Le traitement des névromes douloureux débute par la prise en charge multidisciplinaire car ils ont des origines multiples (43). L'utilisation des traitements médicaux en première intention est indispensable en jouant sur l'association des antalgiques, des psychotropes, des infiltrations d'anesthésiques et des corticoïdes locaux. En cas d'échec, la chirurgie est indiquée sans attendre pour éviter une pérennisation de la douleur. La dissection du nerf et son enfouissement dans l'os ou les masses musculaires est classiquement réalisée.

2.4.c. Prévention

Il existe plusieurs techniques pour prévenir la survenue de névromes douloureux : la plus ancienne est la neurotomie en traction du nerf afin de l'enfourer en zone saine et éviter un conflit sous-cutané superficiel. Les nerfs sont disséqués en proximal puis sectionnés en traction pour favoriser leur rétraction au niveau des masses musculaires et éviter leur proximité avec les zones de conflit lors de la remise en charge (44). Nous associons habituellement une infiltration d'anesthésique local intra nerveuse, de type naropéïne, avant la section.

La réinnervation musculaire ciblée est une des alternatives à la neurectomie en traction. Elle a été développée au début des années 2000 et vise à réduire la douleur post-amputation et à améliorer la fonction (45). Elle consiste à transférer les nerfs moteurs périphériques sectionnés n'ayant plus d'organes terminaux moteurs ou sensoriels sur les nerfs moteurs récepteurs du muscle résiduel de l'extrémité amputée. Elle peut être utilisée pour tous les niveaux d'amputation selon une technique standardisée (46). Certains auteurs rapportent des résultats très prometteurs avec de faibles scores de douleurs à deux ans de suivi, une diminution de l'utilisation de neuromodulateurs et d'opioïdes et un taux élevé d'utilisation quotidienne des prothèses (47–49).

II. Matériel & Méthodes

1. Description de l'étude

L'objectif de cette étude était d'étudier les facteurs de risque des reprises chirurgicales tardives des amputations post traumatiques du membre inférieur.

Nous avons choisi de réaliser une étude rétrospective observationnelle monocentrique chez les patients amputés au sein de l'Hôpital d'Instruction des Armées Percy entre le 1^{er} janvier 2010 et le 28 février 2020.

Les données démographiques des patients et du traumatisme, les données liées aux reprises chirurgicales depuis l'amputation initiale et le nombre d'interventions chirurgicales réalisées avant fermeture du moignon ont été analysés sur dossiers informatiques.

Des informations sur le dernier état fonctionnel connu des patients ont également été recueillies sur dossiers : le délai d'appareillage après amputation, la tolérance de l'appareillage, la reprise du sport, le retour au travail, la reprise de la conduite et la nécessité ou non d'aide matérielle ou humaine pour les activités quotidiennes simples.

2. Description de la population

Les dossiers étudiés concernaient ceux de tous les patients amputés des membres, opérés à l'Hôpital d'Instruction des Armées Percy entre le 1^{er} janvier 2010 et le 28 février 2020.

Les critères d'inclusion concernaient les patients militaires ou civils ayant subi une amputation majeure du membre inférieur, à l'HIA Percy, secondaire à un traumatisme.

Ont été exclus les patients amputés pour des raisons non traumatiques, les amputations de membres supérieurs, les amputations non réalisées initialement à l'HIA Percy ainsi que les amputations des extrémités (amputation des orteils, trans-métatarsienne et d'arrière-pied).

Le suivi minimum requis était de 12 mois.

3. Critères de jugement

Le critère de jugement principal était la reprise chirurgicale du moignon à plus de 6 mois de la fermeture du moignon.

Les critères de jugement secondaires étaient le résultat fonctionnel des patients au moins 1 an après amputation et le délai d'appareillage global des patients amputés.

4. Paramètres étudiés

4.1 Données générales

Nous avons recueilli pour chaque patient, le sexe, l'âge lors de l'amputation, le statut tabagique, l'Indice de Masse Corporelle, le statut pré-traumatique (militaire ou civil), les comorbidités (diabète ou neuropathie) et le type de sport pratiqué.

Pour chaque traumatisme ont été recueillis : le mécanisme, la durée d'hospitalisation en réanimation (en jours), l'Index de Gravité Simplifié II (IGS II) au moment de l'amputation, l'association lésionnelle traumatisme crânien-amputation, les lésions osseuses, vasculaires et nerveuses initiales et les structures concernées, la mise en place et le temps de pose de garrot en préhospitalier, la notion d'infection du membre avant amputation et la présence d'une infection précoce (< 6 mois) après la première amputation.

Les facteurs chirurgicaux initiaux ont également été étudiés : la réalisation de dermo-fasciotomies du membre avant amputation, le niveau d'amputation, le nombre de membres amputés, la tentative de reconstruction du membre avant amputation, le délai entre le traumatisme et l'amputation (en jours), le délai entre l'amputation et la fermeture du moignon (en jours), le nombre d'interventions chirurgicales avant amputation et au total, l'utilisation de thérapie à pression négative, la réalisation d'une myodèse lors de l'amputation et l'infiltration nerveuse ou non par un produit anesthésique local avant section du nerf lors de l'amputation.

4.2 Délais d'analyse

Les reprises chirurgicales ont été analysées à deux temps différents afin d'évaluer l'influence des variables étudiées à court et long terme. Les reprises chirurgicales ont été considérées comme précoces lorsqu'elles ont eu lieu dans les 6 mois après amputation. Les reprises tardives sont celles ayant eu lieu plus de 6 mois après amputation.

4.3 Motifs de reprise chirurgicale

Les reprises précoces (moins de 6 mois après la fermeture du moignon) pour sepsis ont été considérées comme antécédent d'infection du moignon.

Quatre grandes causes de reprise chirurgicale tardive des moignons ont été analysées : le défaut de matelassage distal, les ossifications hétérotopiques, les infections et les névromes.

Les reprises pour resurfaçage étaient des reprises de cicatrices anfractueuses et des stabilisations de moignon à la suite d'un savonnage de celui-ci ou des parties molles insuffisantes nécessitant soit une recoupe osseuse, soit la réalisation de lambeau de couverture au niveau du moignon. L'indication chirurgicale était posée après examen clinique et radiologique.

Les ossifications hétérotopiques ont été comptabilisées dans cette étude uniquement lorsqu'elles occasionnaient des reprises chirurgicales. Des radiographies simples permettaient le plus souvent de faire leur diagnostic. Dans les ossifications hétérotopiques majeures entrant en conflit avec les structures vasculo-nerveuses, une imagerie complémentaire pouvait être nécessaire.

Les infections regroupaient l'ensemble des ostéomyélites et collections nécessitant un lavage du site opératoire. Elles étaient diagnostiquées par scanner ou Imagerie par Résonance Magnétique (IRM).

Les névromes étaient diagnostiqués cliniquement et confirmés par IRM. Ils ont également été comptabilisés dans notre étude uniquement lorsqu'une reprise chirurgicale était nécessaire.

4.4 Niveau d'amputation

Cinq types d'amputation sont concernés ici : les désarticulations de hanche, les amputations trans-fémorales, les amputations fémorales distales de type Gritti, les désarticulations de genou, et les amputations trans-tibiales. Pour l'analyse statistique, les désarticulations de hanches ont été exclues, et les amputations selon Gritti et désarticulations de genou regroupées en une seule classe.

4.5 Mécanisme lésionnel

Trois catégories de mécanisme lésionnel ont été étudiées :

Les traumatisés par blast (lésions par IED (*improvised explosive device*), traumatismes balistiques ou explosions), les grands brûlés (électrifications, brûlures thermiques) et les « traumatisés directs » (accidents de la voie publique, chutes, défenestrations, écrasements).

4.6 Indice de Gravité Simplifié II

Il s'agit d'un score construit et validé sur une base de données nord-américaine et européenne. Il comporte dix-sept variables dont douze variables physiologiques, l'âge, le type d'admission et trois maladies chroniques sous-jacentes. Il est calculé à la vingt-quatrième heure d'hospitalisation en prenant en compte les plus mauvaises valeurs des variables relevées pendant cette période.

Les variables physiologiques de ce score sont les suivantes ; la fréquence cardiaque, la pression artérielle systolique, la température centrale, le rapport PaO₂/FiO₂ si le malade est ventilé (intubé ou sous ventilation à pression positive continue), la diurèse totale, l'urée sanguine, le seuil de leucocytes, la kaliémie, la bicarbonatémie, la bilirubinémie, la profondeur du coma (score de Glasgow), le type d'admission (médicale, chirurgicale programmée ou non programmée), et trois maladies sous-jacentes (VIH avec complications médicales, cancer métastatique et maladie hématologique maligne). Si le patient reste moins de 24h, les variables les plus défavorables sont celles à prendre en compte (50).

Ce score varie de 0 à 163 points. Nous avons choisi de l'utiliser car c'est un score précis de gravité initiale des patients et prédictif de mortalité (51).

4.7 Évaluation fonctionnelle

L'évaluation fonctionnelle s'est faite sur l'évaluation du délai entre l'amputation et le début de confection de l'appareillage du membre (en jours), et par une évaluation des capacités fonctionnelles à distance de l'amputation : la tolérance de la ou des prothèses, la douleur, la reprise du sport, le retour au travail, le statut militaire après amputation, la reprise de la conduite et la nécessité ou non d'aide matérielle et/ou humaine pour les activités quotidiennes simples.

La population a été classée en trois groupes fonctionnels selon les informations recueillies dans le cadre des soins courants : absence d'aide dans les activités simples du quotidien (patients les moins dépendants), nécessité d'aide matérielle seule (cannes, déambulateur), nécessité d'aide matérielle et humaine (patients les plus dépendants). Les activités simples sont définies comme la marche en intérieur ou extérieur, la montée et descente des escaliers et les transferts.

5. Protection des données

Les données recueillies lors de l'étude ont été traitées informatiquement, en conformité avec la méthodologie de référence MR 004 (déclaration de conformité par le SSA n°2213188 du 23 avril 2019), selon les exigences de la Commission Nationale de l'Informatique et des Libertés (CNIL).

Par ailleurs, étant tenus au respect du secret professionnel médical, l'auteur principal et ses collaborateurs ont agi en sorte que les personnes concernées par cette étude ne puissent être identifiées par des tiers, selon les principes exprimés dans les articles 43 et 44 du Code de déontologie médicale.

Toutes les données médicales ont été rendues anonymes : une pseudonymisation à 1 chiffre a été attribuée à chaque patient. Seul l'auteur principal connaissait la méthode de pseudonymisation et réalisait cette étape. Quelle que soit la forme de la communication ou la publication scientifique, les données présentées ne contiennent aucun indice d'identité des personnes et ceci conformément aux exigences du respect de la personne humaine et du secret professionnel médical.

Le projet de recherche référencé 2022HJ54 a été validé sur le plan scientifique par le Bureau Recherche de la Direction de la Formation, de la Recherche et de l'Innovation. Cette étude a été inscrite au registre des activités de traitement du MINARM/SSA. L'enregistrement de la recherche a été effectué par le référent Règlement Général sur la Protection des Données conformément aux dispositions du Règlement (UE) 2016/679 du Parlement européen, du Conseil du 27 avril 2016 (RGPD) et de la Loi n°78-17 du 6 janvier 1978 modifiée relative à l'informatique, aux fichiers et aux libertés. L'étude a été approuvée par le comité d'éthique institutionnel de l'Hôpital d'Instruction des Armées Percy, et tous les participants ont été informés de l'utilisation de leurs données par une notice d'information par voie postale.

6. Méthodes d'analyses statistiques

Les données ont été recueillies dans un tableur EXCEL (Microsoft® Office 2021). Les analyses ont été réalisées sous R version 4.0.3 par Monsieur Hugo Martinet, biostatisticien du Centre d'Épidémiologie et de Santé Publique des Armées à Marseille. Ce logiciel a permis de réaliser les analyses des tableaux de contingence : le test de Student a été utilisé pour les variables quantitatives. Pour les variables qualitatives, le test de Fisher a été utilisé en alternative au test de Chi-2 si l'effectif était trop faible ($n \leq 5$). L'analyse multivariée a été réalisée par un modèle de régression logistique et un modèle de Cox modélisait le délai d'appareillage à 90 jours. Les Hazards Ratios avec leur intervalle de confiance à 95% ont été calculés pour chaque facteur de risque étudié. La valeur statistiquement significative a été fixée comme $p \leq 0,05$.

III. Résultats

1. Diagramme de flux

Entre janvier 2010 et février 2020, 322 patients ont été amputés ou suivis à l'HIA Percy. Parmi eux, 86 patients ont été inclus, ce qui totalisait 96 membres amputés (Figure 1). Un patient (avec 2 membres amputés) est décédé avant l'analyse fonctionnelle. Celle-ci est donc réalisée sur 85 patients et 94 membres. Le recul à la révision est de 7 ans [6,4 - 7,6] en moyenne.

Nous utiliserons les termes « amputation précoce » pour les amputations réalisées à moins de 30 jours après le traumatisme et « amputation secondaire » pour celles réalisées après 30 jours post traumatique.

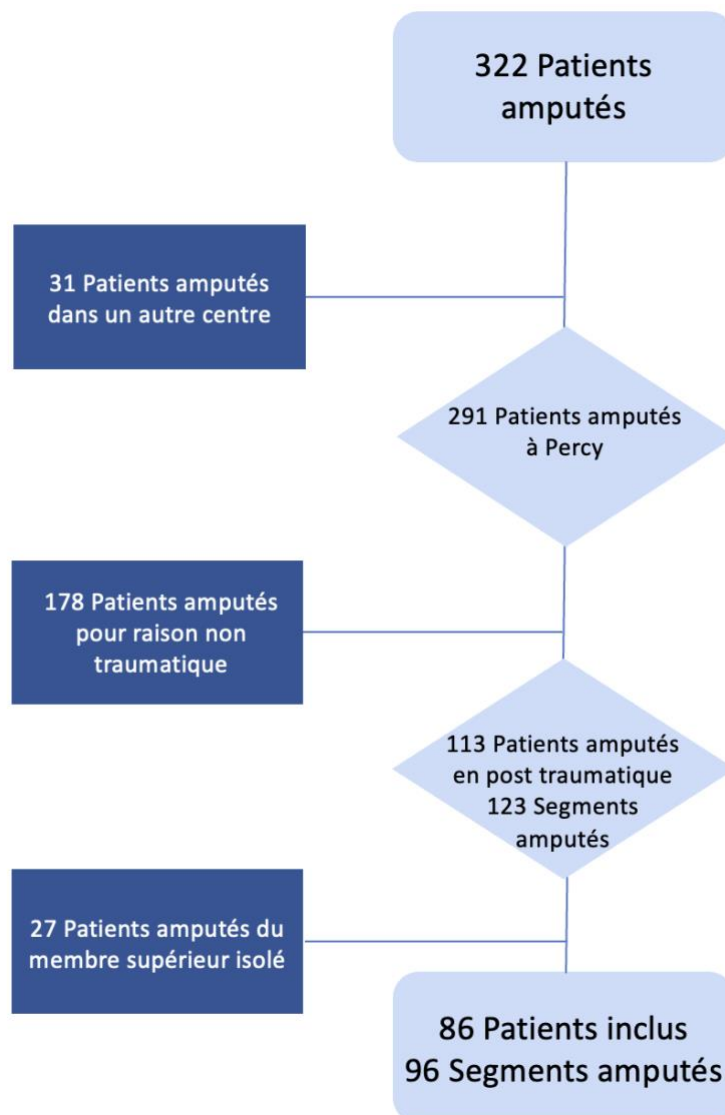


Figure 12 - Diagramme de flux

2. Données démographiques

La moyenne d'âge de la cohorte était de 39,8 ans (Tableau 1). La cohorte était constituée d'une majorité d'hommes (84,9%), un peu moins d'un tiers étaient des militaires. Le mécanisme lésionnel le plus fréquent était le traumatisme direct (62,5%), suivi des blessures par blast (26%) puis des brûlures (11,5%). Près d'un quart des patients avaient plus d'un membre amputé et 63,5% ont eu un traumatisme crânien associé. L'IGS II moyen était de 24,8 et la durée de séjour en réanimation de 18,8 jours en moyenne. 6 patients sont décédés avant février 2020.

Tableau 1 - Données démographiques patients de la cohorte (n=86 patients)

Age en années, moyenne \pm ET [intervalle]	39,8 \pm 18,8 [35,8 – 43,9]
Sexe, n (%)	
Hommes	73 (84,9)
Femmes	13 (15,1)
Statut, n (%)	
Militaire	27 (31,4)
Civil	59 (68,6)
IMC, moyenne \pm ET [intervalle]	24,6 \pm 4,6 [23,6 - 25,6]
Comorbidités, n (%)	
Tabac	33 (38,4)
Diabète	8 (9,3)
Neuropathie préexistante	4 (4,7)
Sport avant traumatisme, n (%)	56 (65,1)
Mécanisme lésionnel, n (%)	
Blast	25 (26)
Traumatisme direct	60 (62,5)
Brûlure	11 (11,5)
Nombre de membres amputés, n (%)	
1 membre amputé	73 (76)
\geq 2 membres amputés	23 (24)
Traumatisme crânien associé, n (%)	61 (63,5)
IGS II, moyenne \pm ET [intervalle]	24,8 \pm 19,4 [20,9-28,7]
Durée de séjour en réanimation (jours), moyenne \pm ET [intervalle]	18,8 \pm 31,6 [12,4 - 25,2]
Décès, n (%)	6 (7)

ET : Écart-Type, IMC : Indice de Masse Corporel, IGS : Index de Gravité Simplifié

50% des membres présentaient une infection du site opératoire avant amputation (Tableau 2). Le niveau d'amputation le plus fréquent était le niveau trans-tibial (57,3%), suivi du trans-fémoral (29,2%). 65,6% des membres ont été amputés dans les 30 jours suivant le traumatisme. Il y a eu une tentative de chirurgie conservatrice avant amputation sur plus de la moitié des membres amputés (59,4%) et leur nombre total moyen d'interventions chirurgicales était de 11,3. Parmi eux, 9 patients ont eu une recoupe au niveau d'amputation proximal. Les lésions nerveuses majoritaires étaient les sections (59,6%) et les contusions (24,6%). Les carbonisations et les ischémies représentaient respectivement 12,3% et 3,5% des lésions nerveuses. Les membres ont subi en moyenne 52,8 minutes de temps de garrot lors de la prise en charge initiale. Le délai moyen entre l'amputation et la fermeture du moignon était de 34,3 jours.

Tableau 2 - Données et constatations opératoires sur l'amputation initiale (n = 96 membres)

Infection du site opératoire avant amputation, n (%)	48 (50)
Niveau d'amputation, n (%)	
Désarticulation de hanche	2 (2,1)
Trans-fémoral	28 (29,2)
Désarticulation de genou	2 (2,1)
Gritti	9 (9,4)
Trans-tibial	55 (57,3)
Délai traumatisme / amputation (en jours), moyenne \pm ET [intervalle]	650,7 \pm 1896,5 [266,4 - 1034,9]
Amputation à 30 jours post traumatique, n (%)	
Amputation \leq 30 jours	63 (65,6)
Amputation $>$ 30 jours	33 (34,4)
Nombre d'intervention chirurgicales avant amputation, n (%)	3,9 \pm 6,9 [2,5 - 5,3]
Chirurgie conservatrice avant amputation, n (%)	57 (59,4)
Fasciotomie réalisée avant amputation, n (%)	29 (30,5)
Lésion vasculaire associée, n (%)	69 (71,9)
Lésion nerveuse associée, n (%)	59 (61,5)
Mise en place de garrot, n (%)	40 (41,7)
Temps de garrot en minutes, moyenne \pm ET [intervalle]	52,8 \pm 72,5 [38,1 - 67,5]
Délai amputation / fermeture du moignon en jours, moyenne \pm ET [intervalle]	34,3 \pm 163,1 [0,7 - 67,9]
Nombre d'interventions chirurgicales avant fermeture du moignon, n (%)	8,3 \pm 8,1 [6,6 - 10]
Réalisation d'une myodèse, n (%)	50 (52,1)
Infiltration nerveuse, n (%)	83 (86,5)
Réalisation d'une TMR, n (%)	5 (5,2)
Utilisation d'une TPN sur le moignon, n (%)	55 (57,3)
Couverture cutanée par greffe de peau mince, n (%)	38 (39,6)
Nombre total d'interventions chirurgicales, moyenne \pm ET [intervalle]	11,3 \pm 7,9 [9,7 - 12,9]

ET : Écart-Type, TMR : Targeted Muscle Reinnervation, TPN : Thérapie à Pression Négative

Le taux de reprise chirurgicale dans les 6 mois suivant l'amputation initiale était de 66,7% (Tableau 3) : parmi celles-ci, 65,6% faisaient suite à une infection précoce du moignon. Il y avait 38,3% de reprises tardives. La cause la plus fréquente de reprise tardive était le resurfaçage pour défaut de matelassage du moignon (28,7%). Les trois autres causes de reprises tardives étaient des ossifications hétérotopiques, une infection ou un névrome douloureux, représentant respectivement 20,2%, 11,7% et 9,6%. Le motif de reprise n'était pas systématiquement exclusif.

Tableau 3 - Reprises du moignon < ou > 6 mois post amputation

Reprise précoce, n (%)	64 (66,7)	n=96
Infection précoce, n (%)	46 (47,9)	
Reprise tardive, n (%)	36 (38,3)	n=94
Infection tardive, n (%)	11 (11,7)	
Resurfaçage ou couverture, n (%)	27 (28,7)	
Ossification hétérotopique, n (%)	19 (20,2)	
Névrome, n (%)	9 (9,6)	

3. Analyses « reprises »

3.1 Analyses bivariées

3.1.a. Niveaux d'amputation

Une analyse bivariée concernant les niveaux d'amputation a été réalisée : les désarticulations de hanche ont été exclues de cette analyse car l'effectif était trop faible. Les amputations selon Gritti ont été regroupées avec les désarticulations de genou afin d'obtenir un effectif de taille suffisante pour créer un sous-groupe. Le niveau d'amputation (trans-fémoral, trans-gonal ou trans-tibial) n'a pas d'influence statistiquement significative sur la survenue d'une reprise chirurgicale précoce ou tardive (infection tardive, resurfaçage ou couverture, ostéome ou névrome).

3.1.b. Reprises précoces

Les résultats de l'analyse bivariée des reprises chirurgicales précoces et tardives des moignons sont rapportés dans le Tableau 4. Les variables « âge », « tabac » et « traumatisme crânien » ont été analysées en « données patients » soient sur 86 patients, les autres variables ont été analysées en données « membres » soient 96 membres.

Il n'y avait pas de relation statistiquement significative entre l'âge et la survenue d'une reprise précoce. Quelle que soit la valeur de l'IMC, l'existence d'une neuropathie ou d'un diabète, il n'y avait pas de différence statistiquement significative sur la survenue d'une reprise précoce. Le traumatisme crânien associé tendait à augmenter la survenue d'une reprise précoce, sans relation statistiquement significative (66,7% des reprises précoces avaient lieu chez des traumatisés crâniens, $p=0,297$). Le mécanisme lésionnel initial n'entraînait pas plus de reprise précoce (blast 28,1% ; brûlure 12,5% ; traumatisme direct 59,4% ; $p=0,765$).

Un séjour en réanimation plus long était significativement associé aux reprises précoces (21,3 jours en cas de reprise précoce contre 13,7 jours en moyenne ; $p=0,003$).

Les patients ayant eu une reprise précoce avaient un score IGS II plus élevé (29,1 en moyenne). La mise en place d'un garrot initialement n'influaient pas sur la survenue d'une reprise précoce. L'absence d'infection du membre avant amputation influait positivement sur la reprise précoce : 57,8% des membres du groupe « reprise précoce » n'avaient pas eu d'infection avant amputation, $p=0,03$. 91% des moignons infectés dans les 6 mois post amputation ont été repris au bloc opératoire : près de 10% des infections précoces n'ont pas été reprises au bloc opératoire.

79,7% des patients ayant eu une reprise précoce du moignon avaient une lésion vasculaire ($p=0,016$). La réalisation de dermo-fasciotomies avant amputation n'avait pas de relation statistiquement significative avec la survenue de reprise précoce.

Les amputations précoces (≤ 30 jours) étaient significativement associées à une reprise précoce du moignon (79,7% $p<0,001$).

Dans le groupe « reprise précoce », le délai entre l'amputation et la fermeture du moignon était significativement plus long (30,4 jours en moyenne ; $p<0,001$). Il y avait un plus grand nombre d'interventions chirurgicales total en cas de reprise précoce (11,8 interventions chirurgicales en moyenne contre 10,2 pour ceux n'ayant pas été repris précocement ; $p=0,014$). La tentative de reconstruction du membre avant amputation, l'utilisation de thérapie à pression négative, la réalisation d'une myodèse et l'infiltration nerveuse avant section lors de

l'amputation n'avaient pas de lien statistiquement significatif avec la nécessité d'une reprise précoce.

3.1.c. Reprises tardives

Plus de la moitié des patients ayant eu une reprise tardive (> 6 mois) avaient moins de 30 ans (54,8% ; $p=0,009$). L'IMC, la neuropathie préexistante et le diabète n'influaient pas de façon statistiquement significative sur la survenue d'une reprise tardive.

80,6% des patients ayant nécessité une reprise tardive du moignon, avaient eu un traumatisme crânien initial associé à la phase initiale, $p=0,008$.

Le mécanisme lésionnel n'avait pas d'influence sur les reprises tardives (blast 22,2% ; brûlure 11,1% ; traumatisme direct 66,7% ; $p=0,949$).

La durée de séjour en réanimation semblait être plus longue dans le groupe « reprise tardive » mais le lien n'était pas statistiquement significatif.

Le score IGS II tendait à être plus important chez les patients n'ayant pas eu de reprise tardive, mais ce résultat n'était pas statistiquement significatif.

La mise en place d'un garrot tactique sur le terrain n'entraînait pas plus de reprise tardive.

Il n'y avait pas d'influence de l'infection du membre avant amputation sur la survenue d'une reprise tardive. Les dermo-fasciotomies avant amputation n'augmentaient pas le risque de reprise tardive du moignon.

Il n'y avait pas de relation statistiquement significative entre le fait d'être amputé dans les 30 jours suivant le traumatisme et la survenue d'une reprise tardive : 69,4% des reprises tardives étaient des amputations de sauvetage ou de nécessité ; $p=0,224$.

Le délai entre l'amputation et la fermeture du moignon ne modifiait pas le risque de reprise tardive (20,8 jours en cas de reprise tardive contre 21,9 jours si pas de reprise tardive ; $p=0,175$). Il semblait y avoir un nombre plus important d'interventions chirurgicales pour les moignons d'amputation ayant eu une reprise tardive que ceux n'en ayant pas eu, sans lien statistiquement significatif (11,5 contre 10,7 respectivement ; $p=0,124$).

La tentative de reconstruction du membre avant amputation, l'utilisation de thérapie à pression négative, la réalisation d'une myodèse et l'infiltration nerveuse avant section lors de l'amputation n'avaient pas de lien statistiquement significatif avec la survenue d'une reprise tardive.

Tableau 4 - Reprises chirurgicales (n=96 membres)

	Reprise précoce (< 6 mois)		p	Reprise tardive (> 6 mois)		p	n
	Oui	Non		Oui	Non		
Age, n (%)			0,751			0,009	86
< 30 ans	22 (38,6)	9 (31)		17 (54,8)	14 (25,9)		
30 à 49 ans	19 (33,3)	10 (34,5)		10 (32,3)	18 (33,3)		
≥ 50 ans	16 (28,1)	10 (34,5)		4 (12,9)	22 (40,7)		
Tabac, n (%)			0,683			0,364	86
Oui	21 (36,8)	12 (41,4)		14 (45,2)	19 (35,2)		
Non	36 (63,2)	17 (58,6)		17 (54,8)	35 (64,8)		
Traumatisme crânien, n (%)			0,297			0,008	86
Oui	38 (66,7)	16 (55,2)		25 (80,6)	28 (51,9)		
Non	19 (33,3)	13 (44,8)		6 (19,4)	26 (48,1)		
Durée en réanimation en jours, moyenne (ET)	21,3 (28,5)	13,7 (37,1)	0,003	21 (31)	16,6 (32,4)	0,953	96
Score IGS II, moyenne (ET)	29,1 (18,3)	16,2 (19,1)	< 0,001	20,7 (16,2)	26,4 (20,7)	0,261	96
Score IGS II en classes, moyenne (ET)			0,005			0,208	96
≤ 15	18 (28,1)	20 (62,5)		17 (47,2)	21 (36,2)		
15 à 44	30 (46,9)	7 (21,9)		15 (41,7)	22 (37,9)		
≥ 45	16 (25)	5 (15,6)		4 (11,1)	15 (25,9)		
Temps de garrot en minutes, moyenne (ET)	54 (74,5)	50,3 (69,5)	0,889	52,9 (69,2)	46,2 (67,5)	0,587	96
Infection du membre avant amputation, n (%)			0,03			0,871	96
Oui	27 (42,2)	21 (65,6)		18 (50)	30 (51,7)		
Non	37 (57,8)	11 (34,4)		18 (50)	28 (48,3)		
Infection précoce du moignon, n (%)			< 0,001			0,625	96
Oui	42 (65,6)	4 (12,5)		18 (50)	26 (44,8)		
Non	22 (34,4)	28 (87,5)		18 (50)	32 (55,2)		
Lésion vasculaire initiale, n (%)			0,016			0,272	96
Oui	13 (20,3)	14 (43,8)		8 (22,2)	19 (32,8)		
Non	51 (79,7)	18 (56,2)		28 (77,8)	39 (67,2)		
Lésion nerveuse initiale, n (%)			0,003			0,719	96
Oui	18 (28,1)	19 (59,4)		15 (41,7)	22 (37,9)		
Non	46 (71,9)	13 (40,6)		21 (58,3)	36 (62,1)		

Amputation ≤ 30 jours post traumatique, n (%)			< 0,001		0,224	96
Oui	50 (78,1)	10 (31,2)		25 (69,4)	33 (56,9)	
Non	14 (21,9)	22 (68,8)		11 (30,6)	25 (43,1)	
Délai amputation/fermeture du moignon en jours, moyenne (ET)	30,4 (49,9)	4,5 (9,5)	< 0,001	20,8 (20,4)	21,9 (52)	0,175 96
Reconstruction du membre avant amputation, n (%)			0,186		0,611	96
Oui	35 (54,7)	22 (68,8)		23 (63,9)	34 (58,6)	
Non	29 (45,3)	10 (31,2)		13 (36,1)	24 (41,4)	

ET : Écart-Type, IGS : Index de Gravité Simplifié

3.2 Analyse multivariée

L'analyse multivariée sur notre critère de jugement principal (Tableau 5) a mis en évidence un Odds Ratio de 0,26 [0,08-0,79] ; p=0,021 pour les patients âgés de 30 à 49 ans et un OR de 0,12 [0,03-0,42] ; p=0,002 pour les patients âgés de plus de 50 ans. Les résultats de l'analyse multivariée concernant l'influence du score IGS II sur les reprises tardives de moignon étaient significatifs lorsque l'IGS II était supérieur à 45 (OR=0,15 [0,03-0,65] ; p=0,016). Une amputation d'au moins 2 membres était un facteur de risque de reprise tardive de moignon (OR = 7,07 [1,83-33,06] ; p=0,007).

Tableau 5 - Facteurs de risques de reprise tardive

	Reprise tardive		p	Odds Ratio (univarié)	Odds Ratio (multivarié)
	Oui	Non			
Age, n (%)			0,013		
< 30 ans	18 (50)	14 (24,1)		-	-
30 à 49 ans	12 (33,3)	20 (34,5)		0.47 [0.17-1.26] ; p=0.135	0.26 [0.08-0.79] ; p=0.021
≥ 50 ans	6 (16,7)	24 (41,4)		0.19 [0.06-0.58] ; p=0.005	0.12 [0.03-0.42] ; p=0.002
Traumatisme crânien	Oui	27 (75)	0,053	-	-
	Non	9 (25)		2.44 [1.00-6.33] ; p=0.056	-
Nombre total d'interventions chirurgicales			0,124		
		11,5 (5)		1.01 [0.96-1.07] ; p=0.634	-
Score IGS II en classes, moyenne (ET)			0,208		
≤ 15		17 (47,2)		-	-
15 à 44		15 (41,7)		0.84 [0.33-2.11] ; p=0.713	0.64 [0.22-1.78] ; p=0.397
≥ 45		4 (11,1)		0.33 [0.08-1.11] ; p=0.088	0.15 [0.03-0.65] ; p=0.016
Nombre de membres amputés			0,319		
1		26 (72,2)		-	-
≥ 2		10 (27,8)		1.64 [0.61-4.42] ; p=0.321	7.07 [1.83-33.06] ; p=0.007

ET : Écart-Type, IGS : Index de Gravité Simplifié

3.3 Analyse en sous-groupes « motifs de reprises tardives »

L'analyse en sous-groupes relative aux complications tardives sont rapportées dans le tableau 6 (resurfaçage, névrome, ossification hétérotopique et infection) ; seules les variables significatives ont été rapportées. L'analyse a été réalisée en comparaison avec les mêmes variables que celles se trouvant dans le tableau 4 mais les effectifs ont été réduits à 85 patients et 94 membres amputés : 1 patient (avec 2 membres amputés) a été exclu pour cause de durée de suivi insuffisante.

Nous n'avons pas trouvé de lien statistiquement significatif entre les motifs de reprises tardives et les variables suivantes : le statut diabétique, le statut tabagique, l'antécédent de neuropathie, le mécanisme lésionnel, le délai entre l'amputation et la fermeture du moignon, le nombre d'interventions chirurgicales avant fermeture du moignon, la réalisation de dermo-fasciotomies avant amputation, le nombre de membres amputés, le niveau d'amputation, la mise en place de garrot, le temps de garrot, l'infection précoce du moignon, l'utilisation de thérapie à pression négative et la réalisation d'une greffe de peau mince.

3.3.a. Resurfaçage / couverture

La moyenne d'âge était de 31,6 ans chez les patients ayant eu une reprise pour resurfaçage ou couverture du moignon contre 43,7 ans chez les patients n'ayant pas eu de resurfaçage ($p < 0,001$). Le score IGS II semblait plus faible chez les patients ayant eu une reprise pour resurfaçage (20 en moyenne ; $p=0,28$). Les lésions vasculaires initiales paraissaient influencer positivement sur les reprises pour resurfaçage/couverture ; dans ce groupe, 78% des membres avaient eu des lésions vasculaires initiales ($p=0,38$).

3.3.b. Ossification hétérotopique

Dans ce sous-groupe, la moyenne d'âge semblait varier de la même façon que pour les reprises pour resurfaçage et pour névrome : la tendance montrait que plus l'âge est jeune, plus il y a de reprises pour ossifications hétérotopiques. La réalisation d'une myodèse et la survenue d'un traumatisme crânien lors du traumatisme initial augmentaient le taux de reprise pour ossification hétérotopique de façon significative ; 79% des patients repris pour ossification

hétérotopique avaient eu une myodèse initialement et 84% avaient eu un traumatisme crânien associé. Les patients ayant eu des reprises pour ossifications hétérotopiques semblaient avoir eu plus de lésions vasculaires (79% des reprises avaient des lésions vasculaires alors que 21% des patients non repris pour ce motif n'avaient pas de lésions vasculaires ; $p=0,41$). Il y avait eu plus de réinnervation musculaire ciblée parmi les patients ayant eu une reprise pour ossification hétérotopique que parmi ceux qui n'en ont pas eu (21% de TMR chez les patients repris et 1,3% chez les patients non repris ; $p<0,01$). Le score IGS II, la chirurgie conservatrice avant amputation et la réalisation d'une infiltration nerveuse ne semblaient pas avoir de lien avec cette complication tardive.

3.3.c. Névrome

La moyenne d'âge était moins élevée chez les patients ayant eu une reprise pour névrome (28,7 ans en moyenne contre 41,4 chez les autres ; $p=0,024$). L'infiltration nerveuse avant section diminuait de façon significative le taux de reprises pour névrome ; 36% des membres amputés avaient eu une reprise pour névrome lorsqu'il n'y avait pas d'infiltration contre 6% de reprise pour névrome chez ceux ayant eu une infiltration nerveuse ($p<0,01$). Il n'y avait pas plus de reprise tardive pour névrome en cas d'antécédent de reprise précoce du moignon ; 67% des amputations reprises pour névromes après 6 mois avaient eu une reprise précoce du moignon ($p=1$). Sur les 5 moignons d'amputation ayant eu une réinnervation musculaire ciblée, 3 ont nécessité une reprise pour névrome ; $p < 0,01$). Le fait d'avoir une chirurgie conservatrice avant amputation semblait augmenter le taux de reprise pour névrome.

3.3.d. Infection tardive

Le taux d'infection tardive des moignons semblait moins important chez les patients ayant eu une infection du membre avant amputation. 91% des patients ayant eu des reprises pour infection tardive avaient des lésions vasculaires initiales ($p=0,17$). Aucune variable testée n'avait d'influence statistiquement significative sur la reprise pour infection tardive.

Tableau 6 - Motifs spécifiques de reprises tardives (n=94 membres)

	Reprise pour resurfaçage ou couverture			Reprise pour névrome			Reprise pour ossification hétérotopique			Reprise pour infection tardive			
	Non	Oui	p	Non	Oui	p	Non	Oui	p	Non	Oui	p	
	n=67	n=27		N=85	n=9		n=75	n=19		n=83	n=11		
Age, moyenne (ET)	43,7 (20,1)	31,6 (11,8)	<.01	41,4 (19,1)	28,7 (12,2)	.024	42,7 (19,8)	30,3 (9,96)	.015	40,9 (19,4)	34,1 (13,7)	.23	
Score IGS II, moyenne (ET)	25,9 (25,9)	20 (15,7)	.28	24,2 (19,8)	24,0 (12,4)	.68	24,6 (19,9)	22,5 (16,4)	.92	24,2 (19,7)	24,0 (16)	.31	
Chirurgie conservatrice avant amputation, n (%)	0 1	27 40	10 17	.77 -	36 49	1 8	.084 -	30 45	7 12	.8 -	33 50	4 7	1 -
		(73%) (70%)	(27%) (30%)		(97%) (86%)	(2,7%) (14%)		(81%) (79%)	(19%) (21%)		(89%) (88%)	(11%) (12%)	
Infiltration nerveuse, n (%)	0 1	7 60	4 23	.72 -	7 78	4 5	<.01 -	7 68	4 15	.22 -	8 75	3 8	.12 -
		(64%) (72%)	(36%) (28%)		(64%) (94%)	(36%) (6%)		(64%) (82%)	(36%) (18%)		(73%) (90%)	(27%) (9,6%)	
Myodèse, n (%)	0 1	33 34	11 16	.45 -	41 44	3 6	.49 -	40 35	4 15	.012 -	39 44	5 6	.92 -
		(75%) (68%)	(25%) (32%)		(93%) (88%)	(6,8%) (12%)		(91%) (70%)	(9,1%) (30%)		(89%) (88%)	(11%) (12%)	
TMR, n (%)	0 1	64 3	25 2	.62 -	83 2	6 3	<.01 -	74 1	15 4	<0.01 -	78 5	11 0	NS -
		(72%) (60%)	(28%) (40%)		(93%) (40%)	(6,7%) (60%)		(83%) (20%)	(17%) (80%)		(88%) (100%)	(12%) (0%)	
Trauma crânien, n (%)	0 1	29 38	6 21	.056 -	34 51	1 8	.15 -	32 43	3 16	.03 -	33 50	2 9	.2 -
		(83%) (64%)	(17%) (36%)		(97%) (86%)	(2,9%) (14%)		(91%) (73%)	(8,6%) (27%)		(94%) (85%)	(5,7%) (15%)	

ET : Écart-Type, IGS : Index de Gravité Simplifié, TMR : Targeted Muscle Reinnervation

3.4 Analyse en sous-groupes « Amputation de sauvetage et de nécessité / de raison et de résignation »

Une analyse bivariée entre les variables d'intérêt et le délai entre le traumatisme et l'amputation se trouve dans le Tableau 7.

Le mécanisme lésionnel n'avait pas d'influence statistiquement significative sur le délai d'amputation post traumatique. Le délai moyen entre l'amputation et la fermeture du moignon était supérieur chez les amputations précoces par rapport à celui des amputations secondaires (50,9 jours versus 4,2 jours ; $p < 0,001$). Les patients amputés après 30 jours post traumatique semblaient avoir un nombre plus important d'interventions chirurgicales avant fermeture du moignon d'amputation ; sans que cela soit statistiquement significatif.

La durée de séjour en réanimation était plus importante dans le groupe des amputations secondaires (23,9 jours contre 9,1 jours en moyenne ; $p < 0,001$) tout comme le score IGS II (34,4 contre 8,8 respectivement ; $p < 0,001$). 77,8% des effectifs du groupe « amputation précoce » avaient un score IGS II inférieur à 15 alors que 83% des effectifs du groupe « amputation secondaire » avaient un score IGS II supérieur à 15 ($p < 0,001$).

L'utilisation du garrot tactique était plus fréquente pour les amputations précoces de façon statistiquement significative, et les temps de garrot dans ce groupe semblaient plus longs (61,5 minutes contre 36,1 minutes en moyenne dans le groupe amputation secondaire ; $p = 0,051$). Les lésions vasculo-nerveuses initiales étaient significativement plus élevées dans le groupe des amputations précoces.

75,8% des amputations secondaires ont été réalisées sur des membres infectés initialement, contre 36,5% des amputations précoces ($p < 0,001$).

La majorité des amputations précoces ont nécessité une reprise précoce du moignon contrairement au groupe des amputations secondaires (81% contre 39,4% respectivement ; $p < 0,001$).

60,3% des amputations précoces ont développé une infection précoce du moignon contre 24,2% des amputations secondaires ($p < 0,001$).

Le fait d'amputer le membre avant ou après 30 jours n'avait pas d'influence statistiquement significative sur la survenue d'une reprise tardive même s'il semblait y avoir plus de reprise tardive chez les patients du groupe amputation précoce. Proportionnellement, il semblait y avoir un nombre plus important de reprises pour infection tardive, resurfaçage/couverture,

ossification hétérotopique et névrome dans le groupe des amputations précoces, même si ce lien n'est pas statistiquement significatif.

Tableau 7 - Du traumatisme à l'amputation

	Amputation de sauvetage / nécessité (≤ 30 jours)	Amputation de résignation / raison (> 30 jours)	p
Age, moyenne (ET)	37,1 (17,9)	45,1 (19)	0,031
Mécanisme lésionnel, n (%)			0,111
Blast	16 (25,4)	9 (27,3)	
Traumatisme direct	38 (60,3)	22 (66,7)	
Brûlure	9 (14,3)	2 (6,1)	
Délai amputation / fermeture du moignon en jours, moyenne \pm ET [intervalle]	50,9 \pm 201,6 [0-103]	4,2 \pm 6,8 [1,7-6,6]	< 0,001
Nombre d'interventions chirurgicales avant fermeture du moignon en jours, moyenne \pm ET [intervalle]	7,5 (6,4) [5,8-9,1]	9,9 (10,6) [6,1-13,6]	0,251
Durée en réanimation en jours, moyenne \pm ET [intervalle]	23,9 \pm 34,5 [15,2-32,6]	9,1 \pm 22,6 [1-17,1]	< 0,001
Score IGS II, moyenne \pm ET [intervalle]	34,4 (17,1) [30-38,8]	8,8 (10,5) [5,3-12,4]	< 0,001
Score IGS en classes, moyenne (ET)			< 0,001
≤ 15	10 (16,7)	28 (77,8)	
15 à 44	29 (48,3)	8 (22,2)	
≥ 45	21 (35)	0 (0)	
Mise en place de garrot, n (%)			
Oui	31 (49,2)	9 (27,3)	0,038
Non	32 (50,8)	24 (72,7)	
Temps de garrot en minutes, moyenne \pm ET [intervalle]	61,5 \pm 73,8 [42,9-80,1]	36,1 \pm 68 [11,9-60,2]	0,051
Lésion vasculaire, n (%)			0,001
Oui	52 (82,5)	17 (51,5)	
Non	11 (17,5)	16 (48,5)	
Lésion nerveuse, n (%)			< 0,001

Oui	49 (77,8)	10 (30,3)	
Non	14 (22,2)	23 (69,7)	
Infection du membre avant amputation, n (%)			< 0,001
Oui	23 (36,5)	25 (75,8)	
Non	40 (63,5)	8 (24,2)	
Reprise précoce, n (%)			< 0,001
Oui	51 (81)	13 (39,4)	
Non	12 (19)	20 (60,6)	
Infection précoce du moignon, n (%)			< 0,001
Oui	38 (60,3)	8 (24,2)	
Non	25 (39,7)	25 (75,8)	
Reprise tardive (n=94), n (%)			0,241
Oui	26 (42,6)	10 (30,3)	
Non	35 (57,4)	23 (69,7)	
Infection tardive (n=94), n (%)			0,741
Oui	8 (13,1)	3 (9,1)	
Non	53 (86,9)	30 (90,9)	
Resurfaçage / couverture (n=94), n (%)			0,236
Oui	20 (32,8)	7 (21,2)	
Non	41 (67,2)	26 (78,8)	
Ossification hétérotopique (n=94), n (%)			0,151
Oui	15 (24,6)	4 (12,1)	
Non	46 (75,4)	29 (87,9)	
Névrome (n=94), n (%)			0,153
Oui	8 (13,1)	1 (3)	
Non	53 (86,9)	32 (97)	

ET : Écart-Type, IGS : Index de Gravité Simplifié

3.5 Analyses fonctionnelles

3.5.a. Données fonctionnelles

Le recul moyen lors de l'analyse des données était de 7 ans (Tableau 8). Deux patients étaient décédés avant appareillage, trois membres amputés n'ont pas pu être inclus dans cette analyse fonctionnelle. 94% des patients de la cohorte étaient appareillés (79 sur 84) et presque un quart d'entre eux avait au moins deux membres amputés. Le délai moyen entre l'amputation et le début d'appareillage était de 98,6 jours soit un peu plus de 3 mois. 60% des patients ne nécessitaient pas d'aide quotidienne, 32,5% avaient besoin d'aide matérielle au quotidien (cannes, déambulateur...) et 7,5% avaient besoin d'aide matérielle et humaine. La reprise du travail était effective chez 71,2% des patients, 76,6% ont repris la conduite et 63,6% ont repris le sport après appareillage à un niveau adapté. L'Évaluation Visuelle Analogique moyenne au quotidien était de 3,7 [3,2 – 4,3]. La tolérance moyenne de la prothèse sur une échelle de 1 à 10 était de 7,7 [7,3 - 8,1].

Tableau 8 - Résultats fonctionnels descriptifs (n=84 patients)

Recul depuis l'amputation en années, moyenne \pm ET [intervalle]	7 \pm 2,7 [6,4 - 7,6]
Effectif appareillé, n (%)	79 (94)
\geq 2 membres amputés, n (%)	23 (24)
Délai amputation / appareillage en jours, moyenne \pm ET [intervalle]	98,6 \pm 81,9 [80,8 - 116,4]
Groupes fonctionnels, n (%)	
Absence d'aide	48 (60)
Aide matérielle nécessaire	26 (32,5)
Aides matérielle et humaine nécessaires	6 (7,5)
Reprise du travail, n (%)	57 (71,2)
Conservation du statut militaire après amputation, n (%)	20 (26)
Reprise de la conduite, n (%)	59 (76,6)
Reprise du sport, n (%)	49 (63,6)
EVA, moyenne \pm ET [intervalle]	3,7 \pm 2,5 [3,2 - 4,3]
Tolérance de la prothèse /10, moyenne \pm ET [intervalle]	7,7 \pm 1,8 [7,3 - 8,1]

ET : Écart-Type, EVA : Évaluation Visuelle Analogique

3.5.b. Analyse bivariée « état fonctionnel / reprise chirurgicale »

L'impact d'une reprise chirurgicale du moignon sur l'état fonctionnel à 7 ans de recul en moyenne est analysé dans le Tableau 9. Les groupes « reprise précoce » et « reprise tardive » ne sont pas exclusifs.

Il n'y avait pas de relation statistiquement significative entre le fait d'avoir eu une reprise chirurgicale et la nécessité d'utiliser une aide matérielle ou humaine au quotidien.

L'EVA moyenne semblait un peu moins élevée dans le groupe « pas de reprise » que dans les autres groupes (3,1 contre 3,7 de moyenne respectivement ; $p > 0,05$). La tolérance de la prothèse était évaluée à 8,4 lorsqu'il n'y avait pas de reprise du moignon, contre 7,5 et 7,6 lorsqu'il y avait eu respectivement une reprise précoce ou une reprise tardive ($p > 0,05$).

Les taux de reprise du travail et de reprise de la conduite semblaient être similaires lorsqu'il y avait eu une reprise chirurgicale précoce, tardive ou pas de reprise (entre 68 et 77% pour la reprise du travail et entre 71 et 81% pour la reprise de la conduite dans les 3 groupes ; $p > 0,05$).

Les patients n'ayant pas eu de reprise chirurgicale semblaient avoir davantage repris le sport que les patients n'en ayant pas eu (71,4% ; $p = 0,503$).

Tableau 9 - Résultats fonctionnels selon la reprise chirurgicale (n=84 patients)

	Reprise précoce			Reprise tardive			Pas de reprise		
	Oui	Non	p	Oui	Non	p	Oui	Non	p
Groupes fonctionnels, n (%)			1			0,121			0,26
Absence d'aide	32 (60,4)	16 (59,3)		21 (67,7)	27 (55,1)		7 (43,8)	41 (64,1)	
Aide matérielle	17 (32,1)	9 (33,3)		10 (32,3)	16 (32,7)		7 (43,8)	19 (29,7)	
Aides matérielle et humaine	4 (7,5)	2 (7,4)		0 (0)	6 (12,2)		2 (12,5)	4 (6,2)	
EVA, moyenne ± ET [intervalle]	3,7 ± 2,5 [3-4,4]	3,6 (2,3) [2,6-4,5]	0,882	3,7 (2,2) [2,9-4,5]	3,6 (2,6) [2,8-4,4]	0,669	3,1 (2,4) [1,7-4,4]	3,8 (2,4) [3,2-4,4]	0,34
Tolérance de la prothèse /10, moyenne ± ET [intervalle]	7,5 (1,8) [7-8,1]	8,1 (1,1) [7,7-8,6]	0,327	7,6 (1,5) [7,1-8,2]	7,8 (1,7) [7,3-8,4]	0,339	8,4 (1,1) [7,7-9]	7,6 (1,7) [7,1-8]	0,141
Reprise du travail, n (%)			0,69			0,332			0,768
Oui	37 (69,8)	20 (74,1)		24 (77,4)	33 (67,3)		11 (68,8)	46 (71,9)	
Non	16 (30,2)	7 (25,9)		7 (22,6)	16 (32,7)		5 (31,2)	18 (28,1)	
Reprise de la conduite, n (%)			0,929			0,494			0,728
Oui	40 (76,9)	19 (76)		25 (80,6)	34 (73,9)		10 (71,4)	49 (77,8)	
Non	12 (23,1)	6 (24)		6 (19,4)	12 (26,1)		4 (28,6)	14 (22,2)	
Reprise du sport, n (%)			0,641			0,539			0,503
Oui	32 (61,5)	17 (68)		21 (67,7)	28 (60,9)		10 (71,4)	39 (61,9)	
Non	20 (38,5)	8 (32)		10 (32,3)	18 (39,1)		4 (28,6)	24 (38,1)	

ET : Écart-Type, EVA : Évaluation Visuelle Analogique

3.5.c. Modèle de survie « appareillage à 90 jours »

Une modélisation de survie concernant le délai d'appareillage à 90 jours en fonction des variables d'intérêt a été réalisée (Tableau 10). L'analyse a permis de tester toutes les variables d'intérêt potentiellement influentes sur le délai d'appareillage après amputation ; six variables sont apparues significatives en univarié. Plus la durée de séjour en réanimation était importante, plus le délai avant appareillage était long (HR = 0,98 [0,97-1,00] ; p=0,012). Le nombre plus important d'interventions chirurgicales avant amputation (HR = 1,03 [1,00 – 1,06] ; p=0,035), la chirurgie conservatrice avant amputation (HR = 1,94 [1,06 – 3,58] ; p=0,033) et l'augmentation du délai entre le traumatisme et l'amputation (HR = 1,85 [1,08-3,17] ; p=0,026) diminuaient significativement le délai d'appareillage.

Tableau 10 - Appareillage à 90 jours

		HR (univarié)	HR (multivarié)
Durée de séjour en réanimation (en jours)		0,98 [0,97-1,00] ; p=0,012	-
Nombre d'interventions chirurgicales avant amputation		1,03 [1,00-1,06] ; p=0,035	-
Chirurgie conservatrice avant amputation	Oui	1,94 [1,06-3,58] ; p=0,033	-
	Non	-	-
Délai d'amputation	Amputation > 30 jours	-	-
	Amputation > 30 jours	1,85 [1,08-3,17] ; p=0,026	-
Infection précoce	Oui	0,53 [0,31-0,91] ; p=0,021	0,58 [0,34-1,01] ; p=0,051
	Non	-	-
Nombre de membres amputés	1	-	-
	≥ 2	0,26 [0,11-0,62] ; p=0,002	0,25 [0,10-0,64] ; p=0,004

Une seule variable était statistiquement significative en analyse multivariée : être amputé d'au moins 2 membres augmente le délai d'appareillage (HR = 0,25 [0,10 – 0,64] ; p=0,004). Le fait d'avoir développé une infection précoce du moignon augmentait significativement le délai d'appareillage dans l'analyse univariée mais pas dans l'analyse multivariée (HR = 0,58 [0,34 – 1,01] ; p=0,051).

La modélisation de ces résultats est représentée en figure 13.

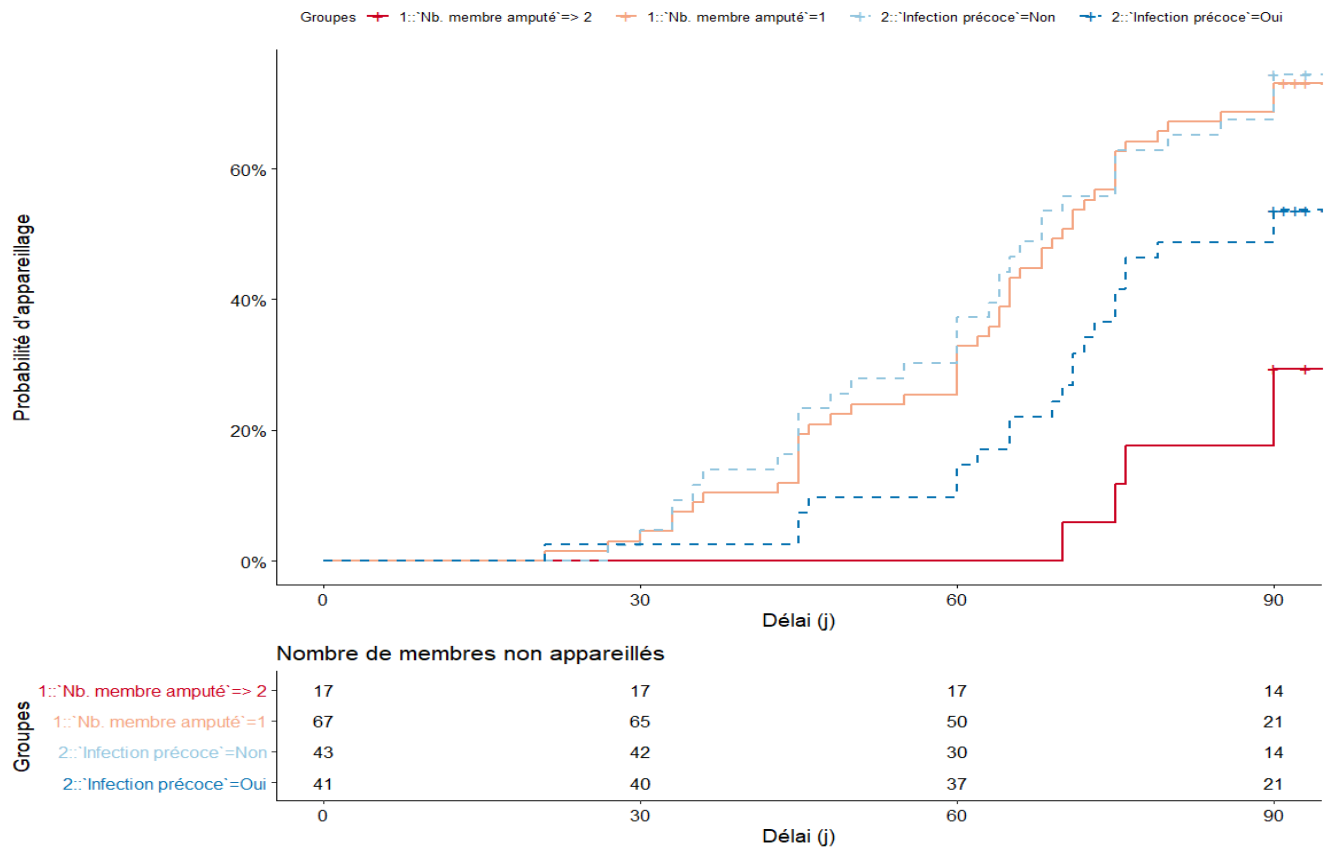


Figure 13 - Appareillage à 90 jours

IV. Discussion

La littérature est faible concernant les facteurs de risque de reprise chirurgicale des moignons d'amputation post traumatique, notamment en France. La décision chirurgicale de traitement conservateur ou non devant un traumatisme grave du membre inférieur a probablement un impact sur la qualité fonctionnelle du membre à long terme (52). Chez une population jeune, avec des patients en phase active de leur vie, obtenir un moignon fonctionnel est crucial.

1. Reprises chirurgicales précoces et tardives

Notre étude, sur une population civile et militaire amputée du membre inférieur en post traumatique retrouve des taux non négligeables de reprises chirurgicales précoces et tardives des moignons, comparables à ceux retrouvés dans la littérature, classiquement décrit entre 41 et 43% (4,53).

1.1 Resurfaçage et couverture de moignon

La majorité des causes de reprise à plus de six mois de l'amputation intéressait les resurfaçages de parties molles ou osseuses pour rendre possible l'appareillage ; ce qui est similaire aux résultats de Liu et Rotter ayant eu des reprises de moignon pour excès de tissus mou, cicatrice douloureuse ou ulcère lié au conflit avec la prothèse (16,54). Les raisons justifiant la reprise chirurgicale pour resurfaçage dans notre étude étaient le savonnage du moignon, les cicatrices anfractueuses faisant conflit avec la prothèse, les parties molles insuffisantes (recours à une greffe de peau mince lors de la fermeture du moignon), les exostoses non apparentées à des ossifications hétérotopiques ou encore les angles de Farabeuf inadaptés. Il est primordial de conserver le maximum de longueur du membre lors de l'amputation initiale pour anticiper les éventuelles reprises, en prenant en compte l'os mais aussi la qualité des parties molles (muscles, fascias, peau) (55,56). La littérature va en ce sens en rapportant de meilleurs résultats fonctionnels après une amputation trans-tibiale ou trans-gonale que trans-fémorale (12,34,57). La mise en place d'un garrot peut s'avérer délétère pour le membre résiduel si la nécessité de celui-ci a été mal évaluée ou s'il n'a pas été réévalué assez tôt après sa mise en place. Le garrot

crée une ischémie de tous les tissus d'aval et donc un risque de nécrose des masses musculaires, cutanées, le développement d'un œdème majeur des parties molles et un relargage local important de molécules inflammatoires au lâcher de garrot (35,58,59). Deux tiers des patients de notre série ont eu une pose de garrot lors de la prise en charge préhospitalière ; même si le temps moyen de celui-ci était inférieur à une heure, la durée d'ischémie de certains membres pouvait dépasser trois heures. Bien que le seuil maximal de six heures de temps de pose soit admis dans la littérature, une étude récente suggère l'abaissement de ce seuil dans le sauvetage post traumatique des membres (60). La couverture du moignon par une greffe de peau mince a dû être réalisée dans un peu moins de la moitié des amputations de notre série. Il est nécessaire d'obtenir un bon matelassage musculaire initial et si la peau est de mauvaise qualité, il faut recourir à une greffe de peau mince. L'évolution naturelle du matelassage se fait vers l'atrophie des masses musculaires ; dans ce cas, la greffe de peau peut s'avérer insuffisante pour résister aux conflits entre la prothèse et le moignon et occasionner des douleurs. La reprise chirurgicale du moignon au bloc opératoire permet à ce stade d'empêcher le développement d'autres complications (ulcérations, infections...) et permettre de proroger l'utilisation régulière de l'appareillage. Le recours à une recoupe osseuse est parfois nécessaire (61). La mise en place de substituts dermiques est possible pour reconstituer un derme plus épais mais semble trouver sa limite lorsque le risque infectieux est toujours présent (62). La réalisation de lambeaux locaux fascio-cutanés ou libres est possible pour pouvoir garder un moignon fonctionnel tout en gardant la longueur, mais elle peut exposer à un savonnage et une instabilité du moignon à cause du plan de glissement présent entre l'os et le fascia (20,63,64). L'insensibilité créée par un lambeau libre non innervé peut provoquer une pérennisation du conflit moignon/prothèse par incapacité à détecter les pressions excessives et favoriser la survenue d'ulcères comme chez les patients souffrant d'une neuropathie (65,66).

Une myodèse a été réalisée dans un peu plus de la moitié des amputations de notre série, l'autre moitié a bénéficié de myoplasties. Cette proportion importante de non stabilisation osseuse du moignon pourrait expliquer le taux de reprise pour resurfaçage. La myodèse des adducteurs et des ischio-jambiers dans le cas des amputations trans-fémorales permet d'éviter la création d'une chambre de mobilité entre l'os et les masses musculaires, ce qui se traduit à long terme par une bursite inflammatoire et douloureuse (17,20). L'ancrage des groupes musculaires à l'os permet également de prévenir les instabilités coronales ou sagittales du moignon qui pourraient rendre l'appareillage difficile par mauvais contrôle du moignon. Les moignons trans-fémoraux sont susceptibles d'être instables dans le plan coronal avec une

attitude en abduction si une myodèse n'est pas réalisée (67) ; les sites de fixation osseuse des muscles abducteurs de la hanche sont plus proximaux que les muscles adducteurs et sont donc le plus souvent conservés car non impliqués dans le traumatisme (68). Les sites de fixation des adducteurs peuvent être endommagés ou perdus chez l'amputé ; leur fonction doit donc être restaurée dans la mesure du possible (69).

Les cicatrices anfractueuses peuvent être la conséquence d'oreilles irritantes, laissées en place lors de l'amputation. Celles-ci restent cependant importantes pour fiabiliser la vascularisation et donc la vitalité des valves cutanées du moignon en aigu.

Nos recherches n'ont pas retrouvé de relation statistiquement significative entre le taux de reprises pour resurfaçage et le niveau d'amputation ; bien que nous ayons regroupé les groupes « amputation selon Gritti » et « désarticulation de genou » en un groupe « amputation trans-gonale », les effectifs des groupes de niveau d'amputation étaient probablement trop faibles.

L'âge jeune est significativement lié à un taux de resurfaçage plus important dans notre série, cela est probablement expliqué par une utilisation différente de la prothèse selon l'âge (par le phénomène de temps et de demande fonctionnelle).

1.2 Ossifications hétérotopiques

Dans notre série, un patient amputé sur cinq développait des ossifications hétérotopiques nécessitant une reprise chirurgicale à plus de 6 mois après l'amputation : la littérature décrit environ 65% d'ossifications hétérotopiques liées aux blessures de guerre requérant une excision chirurgicale dans 20 à 41% des cas. Les blessures liées au combat sont des traumatismes à haute énergie. Notre population est différente, avec seulement un tiers de militaires blessés au combat. Cependant les blessures analysées dans notre série peuvent être assimilées à des traumatismes à haute énergie du fait du jeune âge moyen de la population, du taux de traumatismes crâniens associés, de la moyenne élevée des Index de Gravité Simplifié II et de la durée moyenne de séjour en réanimation. Les blessures complexes des membres inférieurs, associées à un traumatisme crânien et à un score élevé de gravité des blessures (Injury Severity Score), sont le plus souvent associées à un développement ultérieur d'ossifications hétérotopiques (25,26). Cela est également démontré dans notre population puisque la relation statistique entre les traumatismes crâniens et la reprise chirurgicale du moignon pour ossifications hétérotopiques existe.

La présence d'ossifications hétérotopiques pourrait s'expliquer par la présence de cellules inflammatoires et de cellules progénitrices du tissu conjonctif ostéogénique que l'on retrouve dans ce genre de traumatismes (77,78). Les lésions vasculaires semblaient augmenter le risque de reprise pour ossifications hétérotopiques : certains auteurs expliquent l'apparition d'ossifications hétérotopiques par le caractère hautement hémorragique des blessures liées au combat (26,79).

Plusieurs moyens de prévenir ces ossifications hétérotopiques existent, même si la prophylaxie n'est pas recommandée en systématique : les stratégies de prévention actuelles sont médicamenteuses, radiothérapeutiques et rééducatives. Elles sont utilisées en péri opératoire avec administration d'AINS dans les cinq premiers jours post opératoires, pendant des durées variables selon les molécules (26). L'administration locale de poudre antibiotique (Vancomycine ou Daptomycine) pourrait réduire l'importance de l'ossification hétérotopique lorsqu'elle est réalisée lors de la fermeture initiale de l'amputation (80). Dans un contexte post traumatique, avec des traumatismes du membre souvent ouvert et une peau parfois souffrante, ces options ne sont pas toujours envisageables et n'ont pas été réalisées dans notre série. Le seul traitement radical des ossifications hétérotopiques est l'excision chirurgicale et donc la reprise. Cependant, une contre-indication relative à cette excision est le phénomène évolutif de l'ossification hétérotopique à la phase précoce décelé par une forte activité à la scintigraphie osseuse. Entre 6 et 9 mois après le début de ce phénomène, l'indication opératoire peut être posée selon Pavey et al. (79), d'autres équipes préconisent un délai plus long, de 12 à 18 mois (81). Aucune de nos reprises précoces (à moins de 6 mois de l'amputation) ne concernait des ossifications hétérotopiques.

Une imagerie radiographique ou scanographique est nécessaire avant l'excision chirurgicale afin d'évaluer la localisation de l'ossification et sa proximité avec les structures nobles des alentours (76). La reprise du moignon a aussi le désavantage d'exposer celui-ci au développement d'autres complications comme le réveil d'une infection latente, une lésion nerveuse pourvoyeuse de névrome douloureux ou encore une déstabilisation du moignon par désorganisation des parties molles. Cela implique une reprise la moins invasive possible avec un traitement uniquement de l'étiologie symptomatique si possible, pour ne pas avoir à détruire la myodèse et fragiliser l'équilibre des parties molles du moignon (76,79). Après excision chirurgicale, une hémostase soignée et une réduction maximale de l'espace mort est préconisée pour éviter la survenue d'hématome post opératoire. Certains auteurs ne décrivent pas de récurrence dans les 6 mois post opératoire (25), d'autres déclarent avoir de bons résultats fonctionnels à 1 an de l'excision (12).

Bien que la réalisation d'une myodèse stabilisatrice pour le moignon soit bénéfique, celle-ci paraît impliquée dans le développement d'ossifications hétérotopiques dans notre série. Rosenberg a publié un modèle de calcul 2D démontrant que les ossifications hétérotopiques dans les amputations trans-fémorales étaient liées à la charge appliquée sur le fémur notamment dans les premières phases de la cicatrisation (lors de mise en place de pansements, confection d'appareillage...). Ceci est potentiellement associé à différentes interventions chirurgicales initiales telles que la myodèse musculaire (82).

Le faible nombre de réinnervations musculaires ciblées de notre série permet difficilement de conclure à une relation statistiquement démontrée avec le développement d'ossifications hétérotopiques. La littérature est pauvre concernant ce phénomène mais il semble que la réalisation d'une réinnervation musculaire ciblée préventive à la phase aiguë d'une amputation trans-tibiale favorise le développement d'ossifications hétérotopiques compte-tenu de la dissection extensive qu'elle nécessite dans une zone traumatisée (83). Ces ossifications peuvent alors être la source d'une compression des transferts nerveux réalisés et donc d'un échec de la technique à visée préventive (84).

1.3 Infection de moignon

Plus de la moitié des reprises précoces étaient des infections de moignon (abcès ou ostéomyélite). Il existe deux options thérapeutiques pour les infections superficielles et profondes : les antibiotiques seuls ou les antibiotiques associés à une intervention chirurgicale allant du débridement des tissus nécrosés et infectés à la résection osseuse (85,86). Dans notre série, un lavage au bloc opératoire associé au traitement antibiotique a eu lieu dans la majorité des cas. Pour 9% d'entre eux, l'infection a été jugée superficielle, sans collection et a été traitée médicalement. La reprise chirurgicale consistait en un débridement et un parage des tissus infectés avec envoi de prélèvements osseux et de parties molles en bactériologie, en une mise à plat des collections et des fusées purulentes au sein des parties molles et en un drainage post opératoire immédiat (drain de Redon, lame de Delbet, crins de Florence, moignon laissé ouvert...). Cette prise en charge est préconisée pour les infections ostéoarticulaires et les ostéomyélites (87,88).

Les infections sont connues pour être un des facteurs de risque d'ossifications hétérotopiques (89) : les taux d'infections de membre avant amputation et d'infections précoces de moignon sont possiblement liés au taux de reprise pour ossifications hétérotopiques. Ce lien n'a pas été

démontré dans notre série mais d'autres investigations à ce sujet seraient intéressantes. Pavey préconise l'application locale d'antibiotiques lors de l'amputation afin de réduire le risque d'infections profondes du moignon (80).

Des études réalisées par notre équipe préconisent de reporter la fermeture du moignon lors de l'amputation post traumatique en urgence (7,8). Le délai avant fermeture du moignon tend à être considérablement augmenté quand il s'agit d'une amputation de sauvetage ou de nécessité (réalisée à moins de 30 jours après le traumatisme). Ce délai avant fermeture permet de réaliser plusieurs pansements et parages au bloc opératoire, pour permettre aux tissus nécrotiques de se délimiter et ainsi de réduire au maximum le risque infectieux après fermeture (17,32). Le nombre total d'interventions chirurgicales (chirurgie conservatrice ou non avant amputation) semble, malgré tout, plus important parmi les amputations de désignation ou de raison (plus de 30 jours du traumatisme) dans notre série. Cela peut s'expliquer par le fait qu'une tentative de reconstruction des membres après un grave traumatisme des membres nécessite un nombre important d'interventions chirurgicales et expose fréquemment à la survenue d'autres complications (infections, pseudarthroses...) nécessitant d'autres interventions chirurgicales (52,90).

Dans cette étude, la présence d'une infection du membre avant amputation entraîne un nombre moins important de reprises précoces de moignon. Il est possible que davantage de précautions soient prises lors de l'amputation devant l'anamnèse septique. Dans ce contexte, les dossiers sont présentés en réunion pluridisciplinaire sur la prise en charge et le diagnostic des infections ostéoarticulaires (91). L'administration d'antibiothérapie ou antibioprophylaxie est plus fréquente lors d'un nouveau geste chirurgical et le niveau d'amputation est souvent décidé en fonction de la localisation du sepsis avec réalisation d'examens complémentaires précis. Ainsi, la présence d'une infection du membre avant amputation dans notre série n'est pas un facteur de risque de reprise tardive, contrairement à ce que retrouvent Harris et al. (13). La mise en place de garrot lors de la prise en charge initiale est un facteur de risque de syndrome des loges si l'ischémie du membre est prolongée ; un tiers des membres amputés de cette étude ont présenté un syndrome des loges ayant nécessité des dermo-fasciotomies. Les fasciotomies à elles seules n'entraînent pas l'amputation (92) mais elles peuvent exposer à un syndrome de loge persistant si elles sont insuffisantes ou à une myonécrose aseptique lorsqu'elles sont tardives (35). Les dermo-fasciotomies réalisées dans cette étude n'ont pas été retrouvées comme facteur de risque de reprises chirurgicales précoces ni tardives du moignon après amputation. Les lésions vasculo-nerveuses initiales augmentaient le taux de reprises précoces du moignon et semblaient influencer positivement le taux de reprises tardives dans

l'analyse en sous-groupes de notre série, sans preuve statistique. Les équipes américaines décrivent les lésions vasculo-nerveuses comme susceptibles d'agir négativement en cas de reconstruction du membre préalable. La mauvaise vascularisation ou innervation du membre conduit inévitablement à des complications à long terme (ostéomyélites, pseudarthroses, névromes, infections tardives...) (93,94). Dans notre série, plus l'amputation a été réalisée en urgence, plus le délai entre l'amputation et la fermeture du moignon était important. Jain et Ali retrouvent une incidence d'infection de moignon moindre lorsque ce délai est supérieur ou égal à 5 jours (30,32). Nous n'avons pas retrouvé de relation significative entre ce délai et la survenue d'une reprise de moignon pour infection tardive.

1.4 Névrome

La reprise tardive pour névrome est beaucoup plus rare dans notre série malgré un recul de 7 ans en moyenne. Les névromes symptomatiques sont habituellement diagnostiqués à partir de 3 ans de suivi minimum (42).

L'IRM réalisée pour les patients présentant une douleur neuropathique reste le gold standard pour le diagnostic de névrome (95,96). Une IRM a été réalisée pour tous les patients présentant une symptomatologie clinique typique de cette complication avant d'envisager une intervention chirurgicale. Les reprises pour moignon douloureux ont de mauvais résultats dans la littérature car la corrélation clinique (douleur, avec ou sans zone gâchette) et radiologique n'est pas systématique (12). Bo Mi Chung a montré récemment que la séquence d'IRM T2 WI pourrait être un indicateur prédictif des névromes symptomatiques (séquence de diffusion qui limite l'effet perfusion) (97).

La dissection des nerfs le plus en proximal possible puis leur section en traction au niveau de la coupe osseuse permet une rétraction en zone saine, à distance du tissu cicatriciel (98). Actuellement, aucune technique opératoire ne s'est avérée plus efficace que la section nette du nerf en traction pour l'isoler de la fibrose cicatricielle et l'enfourer dans les masses musculaires pour limiter la survenue de névromes (99). Cette technique fait partie intégrante de la technique d'amputation et continue d'être pratiquée par de nombreux chirurgiens (100,101). Economides a démontré que la neurectomie en traction seule était associée à un score de douleur global (EVA) plus élevé, à davantage de formation de névrome et de douleurs fantôme par rapport à une suture termino-terminale du nerf fibulaire commun sur le nerf tibial dans les amputations trans-fémorales (102). Dans notre série, les nerfs étaient en grande

majorité infiltrés avec un produit anesthésiant avant section (lidocaïne, xylocaïne, naropéine...). Un seul auteur mentionne cette technique sans pour autant démontrer statistiquement son efficacité (103). Notre analyse en sous-groupe semble montrer une diminution des reprises pour névrome lors de l'infiltration avant section nerveuse. Cela pourrait expliquer le taux moins important de névromes douloureux dans notre série par rapport à la littérature . Les névromes douloureux ne sont cependant pas la seule cause des douleurs résiduelles du moignon qui sont présentes chez 61 à 74% des patients amputés . Il n'existe pas de consensus sur le traitement des névromes douloureux après amputations. Parmi les multiples techniques proposées, la réinnervation musculaire ciblée semble intéressante, notamment par son action sur les douleurs du membre fantôme associées. Cependant, les études restent peu nombreuses, peu puissantes et en majorité effectuées par les concepteurs de la technique (47,49,111). Certains recommandent de réaliser cette procédure en aigu, lors de l'amputation initiale, dans le but de prévenir les phénomènes douloureux (112). Cette technique a été réalisée sur un faible nombre d'amputations dans notre série, notamment à visée préventive avec des résultats mitigés notamment liés au développement d'ossifications hétérotopiques au contact des transferts nerveux (84).

La chirurgie conservatrice d'un membre implique des interventions chirurgicales itératives sur le même site opératoire, avec de multiples parages et débridements, reconstruction vasculaire, nerveuse et osseuse mais aussi reconstruction des parties molles (113) : on peut le voir au nombre total d'interventions chirurgicales subies par les patients de notre série ayant eu une tentative de chirurgie conservatrice avant amputation. Ceci augmente le taux de fibrose cicatricielle, diminue la qualité de la vascularisation environnante pour la peau mais aussi pour les nerfs et augmente le risque de lésion nerveuse car la distinction entre nerf et fibrose est difficile. Notre étude retrouve une tendance à l'augmentation des reprises chirurgicales pour névromes lorsqu'il y a eu une chirurgie conservatrice avant amputation sans relation statistique démontrée.

2. Facteurs prédictifs de reprise chirurgicale après amputation

2.1 Index de Gravité Simplifié II

Plusieurs facteurs de risque de reprises chirurgicales de moignons d'amputation ont été étudiés par Low et al. Le score de gravité du traumatisme (Injury Severity Score), l'âge et la présence d'un syndrome des loges sont des facteurs prédictifs significatifs d'une reprise de d'amputation (4). Le délai entre le traumatisme et l'amputation s'avère être important à prendre en compte également dans la prédiction des reprises chirurgicales des moignons d'amputation (90). L'Index de Gravité simplifié II a été choisi dans notre étude car il s'agit d'un score précis, objectif et accessible au niveau du calcul (50). Bien que l'utilisation de plusieurs scores de maladies graves et de traumatismes augmente la précision de la prédiction de la mortalité chez les patients polytraumatisés (114), l'Index de Gravité Simplifié de niveau II a été utilisé seul dans notre série pour simplifier les interprétations. Il reste un des meilleurs scores prédictifs de mortalité validé à ce jour et associe des variables physiologiques à des variables liées à la gravité du traumatisme (51,114,115). Dans notre série, nous avons pu noter qu'un IGS II supérieur à 15 entraînait davantage de reprise précoce de moignon ; une valeur inférieure à 15 (2% de mortalité prédite) est trop faible pour être source de perturbation clinico-biologique susceptible d'influer sur l'évolution précoce du moignon d'amputation. Ce score pourrait possiblement être un facteur de prédiction des reprises précoces de moignon mais il faudrait réaliser d'autres investigations pour le prouver scientifiquement. L'IGS II était supérieur à 15 chez la majorité des patients ayant eu un membre amputé dans les 30 jours suivant leur accident. Les traumatismes graves engendrent des fractures ouvertes, des traumatismes d'organes nobles, de l'œdème au niveau des parties molles, des phénomènes inflammatoires et des perturbations clinico-biologiques qui sont traduits par un score IGS II plus élevé.

Dans l'ensemble, les patients repris au bloc opératoire tardivement avaient un Index de Gravité Simplifié II moins élevé, que la cause en soit le resurfaçage, les ossifications hétérotopiques, les infections tardives ou les névromes. L'analyse multivariée retrouve l'IGS II élevé comme facteur protecteur des reprises tardives de façon statistiquement significative. La valeur d'IGS II pour chaque patient amputé a été relevée au moment de l'amputation. Les patients ayant un IGS II élevé ont le plus souvent été amputés dans les 30 jours. Il n'est cependant pas possible d'affirmer que l'amputation d'emblée est associée à moins de reprises tardives puisque la tentative de reconstruction avant amputation n'était pas retrouvée comme facteur de risque

de reprise tardive dans notre modèle. Bien que ce score soit lié à la gravité du traumatisme, il est aussi influencé par l'âge (plus l'âge augmente, plus l'IGS II est élevé) et on remarque que ces deux variables évoluent de façon similaire.

2.2 Age

L'âge jeune est un facteur de risque des reprises tardives : cela est corrélé à l'IGS II car l'âge est une des variables du calcul de ce score. Cette relation établie semble également être en rapport avec la phase active de la vie à laquelle est exposée une population jeune. Une telle population aura des exigences plus importantes vis-à-vis de leur prothèse avec un niveau d'activité quotidien beaucoup plus important que celui d'une population plus âgée. Bilodeau et al. ont rapporté que l'âge avancé était lié à une baisse d'utilisation de la prothèse (70) et d'autres auteurs considèrent que l'âge jeune fait partie des facteurs prédisposants à l'utilisation d'une prothèse (116).

2.3 Délai traumatisme – première amputation

Bui et al. ont établi un lien significatif entre une amputation post traumatique précoce (réalisée à moins de 30 jours) et un nombre important de reprises chirurgicales du moignon (90). Le délai entre le traumatisme et l'amputation est un des nombreux paramètres pouvant influencer sur la survenue de complications ultérieures, dont les reprises précoces de moignon de notre série. Il est possible d'avoir tendance à fermer plus rapidement un moignon d'amputation après un traumatisme bénin. Même si nous n'avons pas prouvé le lien statistique, un délai de fermeture du moignon moins important semblait augmenter les reprises tardives de moignon.

2.4 Lésions vasculaires

Les traumatismes avec fractures ouvertes et lésions vasculaires augmentent le risque d'amputation et sont associés à davantage de complications post opératoires lors du sauvetage du membre (117). Cela pourrait favoriser la survenue de complications postopératoires au niveau du moignon après amputation ; dans notre série, la présence de lésions vasculo-nerveuses associées au traumatisme augmentait le taux de reprises précoces et semblait augmenter les causes de reprises tardives dans l'analyse en sous-groupes.

2.5 Reconstruction du membre avant amputation

Dès les années 1986, Bondurant a constaté qu'une intervention d'amputation précoce du membre, lorsqu'elle est inévitable, améliore la survie du patient, réduit sa douleur, prévient la survenue de complications précoces, et raccourcit le temps d'hospitalisation (118). Harris et Fioravanti l'ont confirmé plus tard en ajoutant qu'il existe un risque plus élevé de complications en cas de tentative de reconstruction du membre au préalable (13,52). Toutefois, nos résultats ne sont pas superposables dans la mesure où nous n'avons pas retrouvé de lien statistiquement significatif entre la tentative de reconstruction du membre avant amputation et la nécessité de reprise précoce ou tardive du moignon. Smith affirme qu'un membre inférieur reconstruit après traumatisme grave donne un résultat fonctionnel moins bon qu'un membre amputé appareillé avec une prothèse moderne. Pour lui, la décision de sauver un membre inférieur mutilé doit se baser sur le rétablissement d'un membre capable de tolérer les exigences de la marche (99).

2.6 Nombre de membres amputés

Une amputation d'au moins deux membres est un facteur de risque de reprise tardive du moignon. Nous n'avons pas retrouvé de résultats similaires dans la littérature. Les patients multi-amputés sont victimes de traumatismes plus graves, générant davantage de lésions et probablement plus graves qu'il faudra traiter de façon séquentielle.

Dans un contexte d'urgence où le pronostic vital est engagé, l'urgence sera à la stabilité hémodynamique du patient : l'amputation doit être rapide, temporaire, selon les principes du damage control orthopédique. L'engagement du pronostic vital chez la plupart des patients multi-amputés nécessite une prise en charge pluridisciplinaire au cours de laquelle le pronostic fonctionnel passe au second plan avec une réalisation différée des amputations définitives. Ainsi, des reprises tardives peuvent être nécessaires, lorsque le patient est rétabli et qu'il existe une vraie demande fonctionnelle.

La gravité des traumatismes de ces patients nécessite souvent une durée de séjour plus importante en réanimation et la durée d'alitement est plus longue. Ces deux facteurs favorisent le développement d'ossifications hétérotopiques (119).

Le temps d'adaptation à l'environnement lorsque l'on a plus d'un membre amputé est forcément plus long. La verticalisation et l'appareillage se font plus tardivement. Ainsi, les

problèmes de moignon comme les conflits avec la prothèse seront diagnostiqués plus tardivement.

3. Facteurs prédictifs de l'état fonctionnel

De façon empirique, on peut constater que les patients amputés des membres inférieurs sont souvent soumis à des reconstructions continues pour obtenir un membre stable qui tolérera une utilisation régulière et une prothèse. La quasi-totalité des patients de notre cohorte était appareillée à 7 ans de recul. L'utilisation de la prothèse n'était pas systématique ni aisée pour tous car l'adaptation à la prothèse peut être entravée par des facteurs importants (120,121). Dans notre modèle de survie, l'appareillage semblait être retardé par les infections précoces de moignon en empêchant un appareillage à 90 jours. Ces infections de moignon provoquent des douleurs focales, de l'inflammation, de l'œdème et rendent le moignon inadapté temporairement à la prothèse.

Un délai entre le traumatisme et l'amputation supérieur à 30 jours, un nombre important d'interventions chirurgicales avant amputation et une tentative de reconstruction du membre avant amputation semblent être des facteurs protecteurs en diminuant le délai entre l'amputation et l'appareillage. Lors d'une amputation à distance du traumatisme, l'amputation est réalisée en zone saine et en un temps, avec confection d'emblée du moignon définitif. La littérature ne nous permet pas de comparer nos résultats à d'autres études, mais nous pouvons penser que le délai d'appareillage plus faible après amputation est expliqué par une cicatrisation et un modelage du moignon plus rapidement obtenus. Le patient a souvent été pris en charge au bloc opératoire à de nombreuses reprises en vue d'une reconstruction du membre, ce qui explique le nombre important d'interventions réalisées avant d'envisager l'amputation.

Wadwhani décrit des problèmes de moignon chez 43% des patients amputés des membres inférieurs (53). Ces problèmes sont multiples et peuvent provoquer un mauvais contrôle de l'équilibre et de la marche comme par exemple l'insensibilité du moignon créée par un lambeau libre non innervé, la présence d'un névrome symptomatique provoquant une incapacité à porter la prothèse avec une répercussion psychologique importante et des reprises chirurgicales (11,66,122).

Le niveau d'amputation a fait la preuve de son rôle sur l'état fonctionnel des patients. En cas de conservation du genou l'état fonctionnel s'avère être bien meilleur (123,124). L'effectif de notre série ne nous a pas permis de démontrer cette relation. Selon Pohjolainen, la longueur

du moignon est également associée à une distance de marche supérieure un an après amputation trans-tibiale (125).

La majorité de nos patients appareillés n'avaient pas besoin d'aide pour les actions simples de la vie quotidienne et un tiers d'entre eux utilisait une aide matérielle seule. Bien que certaines études américaines rapportent une fréquence rare des pluri-amputés (126), notre série comportait un taux non négligeable de patients ayant au moins deux membres amputés. Parallèlement à la littérature, l'amputation d'au moins deux membres (inférieurs uniquement ou inférieur et supérieur) diminuait par quatre la probabilité d'appareillage à 90 jours sur notre modèle (72,127).

Malgré les 24% de pluri-amputés, la grande majorité de notre population avait repris le travail après appareillage, avec un taux supérieur à ceux retrouvés dans la littérature (128). Plus de 80% des patients avaient repris la conduite avec un véhicule adapté et dans plus de la moitié des cas, ils avaient également repris le sport. Les facteurs physiologiques en faveur de ce retour à l'activité professionnelle après l'amputation sont l'âge jeune et le sexe masculin majoritaire : l'étude de Millstein et al. a montré que l'âge avancé et le sexe féminin étaient délétères sur le retour au travail (129). Le taux important de patients militaires peut en partie expliquer cet important retour au travail car 75% d'entre eux se sont reconvertis au sein de l'armée après l'amputation. Cette population active peut expliquer les conflits créés entre le moignon et la prothèse en raison d'une surutilisation de celle-ci.

4. Limites et forces de l'étude

Les limites de notre étude nous obligent à nuancer certains résultats. Le faible effectif de notre cohorte peut biaiser certains résultats obtenus et diminue la puissance de notre étude. Les amputations ont été effectuées par des chirurgiens de deux services différents (chirurgiens orthopédistes et chirurgiens plasticiens) : bien que ces deux spécialités soient impliquées dans la chirurgie de reconstruction des membres, la pratique du geste reste différente selon le service de rattachement.

Toutefois, l'effectif de notre série a été réduit après sélection afin de rendre la population la plus homogène et comparable possible : amputations de membres inférieurs, dans un contexte post-traumatique, réalisées dans le même centre. Cela limite les biais de confusion et augmente la validité interne de l'étude. La seule variable pouvant éventuellement différencier nos patients étant le mécanisme lésionnel : les traumatismes par brûlure, par choc direct (AVP, chutes...) et par blast peuvent avoir des complications hétérogènes. Dans le service

d'orthopédie, les patients étaient pris en charge selon une pratique de service bien définie avec des réunions disciplinaires quotidiennes pour discuter du cas et de la conduite à tenir. Dans le contexte d'urgence (la nuit ou le week-end), les chirurgiens du service suivaient une doctrine : différer l'amputation du membre sauf en cas d'amputation traumatique. Le recul moyen important lors de notre analyse est une des grandes forces de l'étude.

V. Conclusion

En tant qu'Hôpital d'Instruction des Armées et Centre de Traumatologie de niveau 1, l'Hôpital Percy accueille régulièrement des patients (civils et militaires) victimes de traumatismes à haute énergie aboutissant à la réalisation d'amputations primaires ou secondaires. Ces blessés relèvent d'une prise en charge pluridisciplinaire, dont l'optimisation fait partie intégrante de nos recherches. Ce travail a permis de nous éclairer sur certains facteurs de risque de reprise chirurgicale des amputations des membres inférieurs et d'identifier des axes de recherche pour l'avenir.

Entre le 1^{er} janvier 2010 et le 28 février 2020, 86 patients amputés à l'HIA Percy d'un ou des deux membres inférieurs à la suite d'un traumatisme ont été inclus dans cette étude rétrospective. Ils totalisaient 96 amputations majeures.

L'analyse des variables potentiellement impliquées dans le développement de complications secondaires a permis de mettre en évidence un facteur de risque et un facteur protecteur pour les reprises chirurgicales des moignons d'amputation post traumatique : l'âge jeune et l'Index de Gravité Simplifié II respectivement. Les patients jeunes semblent développer plus de complications du fait d'une demande fonctionnelle. La sollicitation importante du moignon est source d'inflammation localisée à l'intérieur du moignon, de développement d'ossifications hétérotopiques, d'exostoses et de conflits entre le moignon et la prothèse si le revêtement cutané n'est pas optimal.

Cette étude nous a également permis d'évaluer les résultats fonctionnels des amputations et d'identifier des axes d'amélioration dans la prise en charge de ces blessés. Même si certaines variables comme la durée de séjour en réanimation, le score IGS II moyen, l'infection du membre avant amputation, la présence d'une lésion vasculo-nerveuse initialement ou le fait d'avoir eu une amputation précoce n'avaient pas d'influence significative sur la reprise chirurgicale tardive, ces variables avaient parfois un impact sur la reprise chirurgicale précoce des moignons. Les données liées au traumatisme et à la chirurgie initiale semblent avoir préférentiellement des conséquences à court terme.

Bien que l'on ne puisse pas conclure sur les résultats des causes de reprises chirurgicales tardives (il s'agit d'analyses en sous-groupes), ils vont nous permettre de développer certaines lignes de réflexion peu étudiées. L'injection intra neurale d'anesthésiques locaux avant section en peropératoire lors de l'amputation pourrait jouer un rôle protecteur dans le développement

des névromes douloureux mais cela reste à étudier. La réinnervation musculaire ciblée semble avoir un effet bénéfique à court terme sur les douleurs du membre fantôme et neuropathiques, mais pourrait augmenter la morbidité lorsqu'elle est réalisée en urgence de façon préventive. Les traitements préventifs et curatifs actuellement connus des ossifications hétérotopiques ne semblent pas éradiquer complètement cette complication. Une meilleure compréhension moléculaire et protéomique de leur développement est nécessaire afin de permettre la mise en place d'un traitement préventif efficace pour limiter l'inflammation locale et la formation d'ossifications hétérotopiques.

En plus d'améliorer la qualité de vie de nos patients amputés, la prévention des reprises de moignons d'amputation pourrait avoir un impact significatif sur les coûts de santé en réduisant les durées d'hospitalisation.

VI. Bibliographie

1. Bosse MJ, MacKenzie EJ, Kellam JF, Burgess AR, Webb LX, Swiontkowski MF, et al. An Analysis of Outcomes of Reconstruction or Amputation after Leg-Threatening Injuries. *N Engl J Med*. 12 déc 2002;347(24):1924-31.
2. Hoogendoorn JM, van der Werken C. Grade III open tibial fractures. *Injury*. mai 2001;32(4):329-34.
3. Ciufu DJ, Thirukumaran CP, Marchese R, Oh I. Risk factors for reoperation, readmission, and early complications after below knee amputation. *Injury*. févr 2019;50(2):462-6.
4. Low EE, Inkellis E, Morshed S. Complications and revision amputation following trauma-related lower limb loss. *Injury*. févr 2017;48(2):364-70.
5. Kumar D. Need of Revision of Lower Limb Amputations in a North Indian Tertiary Care Centre. *JCDR [Internet]*. 2015 [cité 27 nov 2022]; Disponible sur: http://jcdr.net/article_fulltext.asp?issn=0973-709x&year=2015&volume=9&issue=12&page=RC01&issn=0973-709x&id=6886
6. Rispoli DM, MacKenzie EJ. Orthopaedic Outcomes: Combat and Civilian Trauma Care. *Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons*. 2012;20:S84-7.
7. Rigal S. Extremity amputation: how to face challenging problems in a precarious environment. *International Orthopaedics (SICOT)*. oct 2012;36(10):1989-93.
8. Grosset A, Pfister G, de l'Escalopier N, Plang S, Russo AP, Murison JC, et al. Risk factors and failures in the management of limb injuries in combat casualties. *International Orthopaedics (SICOT)*. déc 2019;43(12):2671-80.
9. Russell WL, Sailors DM, Whittle TB, Fisher DF, Burns RP. Limb Salvage Versus Traumatic Amputation A Decision Based on a Seven-part Predictive Index: *Annals of Surgery*. mai 1991;213(5):473-81.
10. Clasper J, Lower Limb Trauma Working Group. Amputations of the Lower Limb: A Multidisciplinary Consensus. *Journal of the Royal Army Medical Corps*. 1 sept 2007;153(3):172-4.
11. Tintle SM, Shawen SB, Forsberg JA, Gajewski DA, Keeling JJ, Andersen RC, et al. Reoperation After Combat-Related Major Lower Extremity Amputations. *Journal of Orthopaedic Trauma*. avr 2014;28(4):232-7.
12. Forbes MKE, Cobb MW, Jeevaratnam MJ, King MI, Cubison LCT. Amputation Revision Surgery – Refining the surgical approach. Ten years of experience and 250 cases, impressions, outcomes, and thoughts for the future. *Injury*. févr 2021;S0020138321001145.
13. Harris AM, Althausen PL, Kellam J, Bosse MJ, Castillo R. Complications Following Limb-Threatening Lower Extremity Trauma: *Journal of Orthopaedic Trauma*. janv 2009;23(1):1-6.
14. Wood MR, Hunter GA, Millstein SG. The value of revision surgery after initial amputation of an upper or lower limb. *Prosthetics & Orthotics International*. avr 1987;11(1):17-20.
15. Dutronc H, Gobet A, Dauchy FA, Klotz R, Cazanave C, Garcia G, et al. Stump infections after major lower-limb amputation: A 10-year retrospective study. *Médecine et Maladies Infectieuses*. déc 2013;43(11-12):456-60.
16. Liu K, Tang T, Wang A, Cui S. Surgical revision for stump problems after traumatic above-ankle amputations of the lower extremity. *BMC Musculoskelet Disord*. déc 2015;16(1):48.
17. Polfer EM, Nanos, GP, Potter BK. Amputations in Trauma. In: *Skeletal Trauma : Basic Science, Management, and Reconstruction, Sixth Edition [Internet]*. Elsevier. [cité 20 déc 2020]. p. 2805-38. Disponible sur: <https://www-clinicalkey-fr-s.bibliopam->

18. Singh R, Hunter J, Philip A. Fluid collections in amputee stumps: a common phenomenon. *Arch Phys Med Rehabil.* mai 2007;88(5):661-3.
19. Foisneau-Lottin A, Martinet N, Henrot P, Paysant J, Blum A, André JM. Bursitis, adventitious bursa, localized soft-tissue inflammation, and bone marrow edema in tibial stumps: the contribution of magnetic resonance imaging to the diagnosis and management of mechanical stress complications. *Arch Phys Med Rehabil.* mai 2003;84(5):770-7.
20. Chataigneau A, de l'Escalopier N, Borrini L, Mathieu L. Amputations et désarticulations des membres : membre inférieur. EMC. mars 2022;28.
21. Smith D, Michael J, Bowker J. Musculoskeletal complications. In: *Atlas of Amputations and Limb Deficiencies, Third edition: Surgical, Prosthetic, and Rehabilitation Principles.* Rosemont: American Academy of Orthopaedic Surgeons; 2004.
22. Smith DG, Ferguson JR. Transtibial Amputations: Clinical Orthopaedics and Related Research. avr 1999;361:108-15.
23. Vesselle B, Legaye J. Amputation et appareillage du membre inférieur à la période de la Révolution et de l'Empire. *Annals of Physical and Rehabilitation Medicine.* oct 2013;56:e64.
24. Vanden Bossche L, Vanderstraeten G. Heterotopic ossification: A review. *Journal of Rehabilitation Medicine.* 1 mai 2005;37(3):129-36.
25. Sun E, Hanyu-Deutmeyer AA. Heterotopic Ossification. In: *StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2021 [cité 14 juill 2021]. Disponible sur: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK519029/>*
26. Barfield WR, Holmes RE, Hartsock LA. Heterotopic Ossification in Trauma. *Orthopedic Clinics of North America.* janv 2017;48(1):35-46.
27. Atkinson GJ, Lee MY, Mehta MK. Heterotopic ossification in the residual lower limb in an adult nontraumatic amputee patient. *Am J Phys Med Rehabil.* mars 2010;89(3):245-8.
28. Dudek NL, DeHaan MN, Marks MB. Bone overgrowth in the adult traumatic amputee. *Am J Phys Med Rehabil.* nov 2003;82(11):897-900.
29. Almangour W, Schnitzler A, Salga M, Debaud C, Denormandie P, Genêt F. Recurrence of heterotopic ossification after removal in patients with traumatic brain injury: A systematic review. *Annals of Physical and Rehabilitation Medicine.* sept 2016;59(4):263-9.
30. Ali Y, Halvorson J, Nunn A, Miller P. Delayed Closure is Associated with Decreased Infection Rate in Amputations after Trauma. *The American Surgeon.* mai 2019;85(5):501-4.
31. Katiyar AK, Agarwal H, Priyadarshini P, Kumar A, Kumar S, Gupta A, et al. Primary vs delayed primary closure in patients undergoing lower limb amputation following trauma: A randomised control study. *Int Wound J.* avr 2020;17(2):419-28.
32. Jain A, Glass GE, Ahmadi H, Mackey S, Simmons J, Hettiaratchy S, et al. Delayed amputation following trauma increases residual lower limb infection. *Journal of Plastic, Reconstructive & Aesthetic Surgery.* avr 2013;66(4):531-7.
33. Gordon MWT, O'Brien CFP, Strauss CJE, Andersen LCRC, Potter MBK. Outcomes Associated with the Internal Fixation of Long-Bone Fractures Proximal to Traumatic Amputations: The Journal of Bone and Joint Surgery-American Volume. oct 2010;92(13):2312-8.
34. Aulivola B. Major Lower Extremity Amputation: Outcome of a Modern Series. *Arch Surg.* 1 avr 2004;139(4):395.
35. Rush RM, Arrington ED, Hsu JR. Management of Complex Extremity Injuries. *Surgical Clinics of North America.* août 2012;92(4):987-1007.
36. Dutronc H, Gobet A, Dauchy FA, Klotz R, Cazanave C, Garcia G, et al. Stump infections after major lower-limb amputation: A 10-year retrospective study. *Médecine et Maladies Infectieuses.* déc 2013;43(11-12):456-60.
37. Peters BR, Russo SA, West JM, Moore AM, Schulz SA. Targeted muscle reinnervation for the management of pain in the setting of major limb amputation. SAGE

- Open Medicine. janv 2020;8:205031212095918.
38. Odier L. Manuel de médecine pratique. Geneva: J J Paschond; 1811. 362 p.
 39. Powers CJ, Friedman AH. A brief history of surgery for peripheral nerve sheath tumors. FOC. juin 2007;22(6):1-5.
 40. Alant JD de V, Kemp SWP, Khu KJOL, Kumar R, Webb AA, Midha R. Traumatic Neuroma in Continuity Injury Model in Rodents. Journal of Neurotrauma. 20 mai 2012;29(8):1691-703.
 41. Sehrioglu A, Ozturk C, Yazicioglu K, Tugcu I, Yilmaz B, Goktepe AS. Painful neuroma requiring surgical excision after lower limb amputation caused by landmine explosions. International Orthopaedics (SICOT). avr 2009;33(2):533-6.
 42. Huang YJ, Assi PE, Drolet BC, Al Kassis S, Bastas G, Chaker S, et al. A Systematic Review and Meta-analysis on the Incidence of Patients With Lower-Limb Amputations Who Developed Symptomatic Neuromata in the Residual Limb. Ann Plast Surg. mai 2022;88(5):574-80.
 43. Lans J, Groot OQ, Hazewinkel MHJ, Kaiser PB, Lozano-Calderón SA, Heng M, et al. Factors Related to Neuropathic Pain following Lower Extremity Amputation. Plastic & Reconstructive Surgery. août 2022;150(2):446-55.
 44. Pet MA, Ko JH, Friedly JL, Smith DG. Traction Neurectomy for Treatment of Painful Residual Limb Neuroma in Lower Extremity Amputees. Journal of Orthopaedic Trauma. sept 2015;29(9):e321-5.
 45. Kuiken TA, Dumanian GA, Lipschutz RD, Miller LA, Stubblefield KA. The use of targeted muscle reinnervation for improved myoelectric prosthesis control in a bilateral shoulder disarticulation amputee. Prosthetics & Orthotics International. déc 2004;28(3):245-53.
 46. Gart MS, Souza JM, Dumanian GA. Targeted Muscle Reinnervation in the Upper Extremity Amputee: A Technical Roadmap. The Journal of Hand Surgery. sept 2015;40(9):1877-88.
 47. Frantz TL, Everhart JS, West JM, Ly TV, Phieffer LS, Valerio IL. Targeted Muscle Reinnervation at the Time of Major Limb Amputation in Traumatic Amputees: Early Experience of an Effective Treatment Strategy to Improve Pain. JBJS Open Access. 2020;5(2):e0067-e0067.
 48. Valerio IL, Dumanian GA, Jordan SW, Mioton LM, Bowen JB, West JM, et al. Preemptive Treatment of Phantom and Residual Limb Pain with Targeted Muscle Reinnervation at the Time of Major Limb Amputation. Journal of the American College of Surgeons. mars 2019;228(3):217-26.
 49. Pet MA, Ko JH, Friedly JL, Mourad PD, Smith DG. Does Targeted Nerve Implantation Reduce Neuroma Pain in Amputees? Clinical Orthopaedics & Related Research. oct 2014;472(10):2991-3001.
 50. Ouanes I, Misset B. Indices et scores de gravité. Indices de défaillance viscérale et valeur pronostique. In Elsevier Masson; 2023. Disponible sur: https://www.elsevier.com/_data/assets/pdf_file/0018/1002465/Ch365.pdf
 51. Le Gall JR. A new Simplified Acute Physiology Score (SAPS II) based on a European/North American multicenter study. JAMA: The Journal of the American Medical Association. 22 déc 1993;270(24):2957-63.
 52. Fioravanti M, Maman P, Curvale G, Rochwerger A, Mattei JC. Amputation versus conservative treatment in severe open lower-limb fracture: A functional and quality-of-life study. Orthopaedics & Traumatology: Surgery & Research. avr 2018;104(2):277-81.
 53. Wadwhani S. Prevalence of Stump Problems in a Community Sample of Lower Limb Amputees. Leeds: Leeds Medical School SSM Project. 2001;
 54. Rotter K, Sanhueza R, Robles K, Godoy M. A Descriptive Study of Traumatic Lower Limb Amputees from the Hospital del Trabajador: Clinical Evolution from the Accident Until Rehabilitation Discharge. Prosthetics & Orthotics International. avr 2006;30(1):81-6.
 55. Tittle LSM, Keeling CJJ, Shawen LSB, Forsberg LJA, Potter MBK. Traumatic and

- Trauma-Related Amputations: Part I: General Principles and Lower-Extremity Amputations. *Journal of Bone and Joint Surgery*. 1 déc 2010;92(17):2852-68.
56. Bell JC, Wolf EJ, Schnall BL, Tis JE, Potter BK. Transfemoral amputations: is there an effect of residual limb length and orientation on energy expenditure? *Clin Orthop Relat Res*. oct 2014;472(10):3055-61.
 57. Penn-Barwell JG. Outcomes in lower limb amputation following trauma: A systematic review and meta-analysis. *Injury*. déc 2011;42(12):1474-9.
 58. Bogdan Y, Helfet DL. Use of Tourniquets in Limb Trauma Surgery. *Orthopedic Clinics of North America*. avr 2018;49(2):157-65.
 59. Spreadborough PJ, Strong AL, Mares J, Levi B, Davis TA. Tourniquet use following blast-associated complex lower limb injury and traumatic amputation promotes end organ dysfunction and amplified heterotopic ossification formation. *J Orthop Surg Res*. 19 sept 2022;17(1):422.
 60. Perkins ZB, Kersey AJ, White JM, Lauria AL, Propper BW, Tai NRM, et al. Impact of Ischemia Duration on Lower Limb Salvage in Combat Casualties. *Ann Surg*. 1 sept 2022;276(3):532-8.
 61. Wood MR, Hunter GA, Millstein SG. The value of stump split skin grafting following amputation for trauma in adult upper and lower limb amputees. *Prosthet Orthot Int*. août 1987;11(2):71-4.
 62. Foong DPS, Evriviades D, Jeffery SLA. Integra™ permits early durable coverage of improvised explosive device (IED) amputation stumps. *Journal of Plastic, Reconstructive & Aesthetic Surgery*. déc 2013;66(12):1717-24.
 63. Tukiainen EJ, Saray A, Kuokkanen HOM, Asko-Seljavaara SL. Salvage of major amputation stumps of the lower extremity with latissimus dorsi free flaps. *Scandinavian Journal of Plastic and Reconstructive Surgery and Hand Surgery*. janv 2002;36(2):85-90.
 64. Shenaq SM, Krouskop T, Stal S, Spira M. Salvage of Amputation Stumps by Secondary Reconstruction Utilizing Microsurgical Free-Tissue Transfer: Plastic and Reconstructive Surgery. juin 1987;79(6):861-70.
 65. Tesfaye S, Selvarajah D. Advances in the epidemiology, pathogenesis and management of diabetic peripheral neuropathy: Advances in Epidemiology, Pathogenesis and Management of DPN. *Diabetes Metab Res Rev*. févr 2012;28:8-14.
 66. Templeton CA, Strzalkowski NDJ, Galvin P, Bent LR. Cutaneous sensitivity in unilateral trans-tibial amputees. Bensaïa SJ, éditeur. *PLoS ONE*. 1 juin 2018;13(6):e0197557.
 67. Berger N. Analysis of Amputee Gait. In: *Atlas of Limb Prosthetics: Surgical, Prosthetic, and Rehabilitation Principles* [Internet]. 2017 [cité 6 mars 2023]. Disponible sur: <http://www.oandplibrary.org/alp/chap14-01.asp>.
 68. Douglas GS. The Transfemoral Amputation Level, Part 2. Surgery and postoperative care. *inMotion* éd. 3 juin 2004;66-70.
 69. Gottschalk FA, Stills M. The biomechanics of trans-femoral amputation. *Prosthet Orthot Int*. avr 1994;18(1):12-7.
 70. Bilodeau S, Hébert R, Desrosiers J. Lower limb prosthesis utilisation by elderly amputees. *Prosthet Orthot Int*. août 2000;24(2):126-32.
 71. Grisé MCL, Gauthier-Gagnon C, Martineau GG. Prosthetic profile of people with lower extremity amputation: Conception and design of a follow-up questionnaire. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. août 1993;74(8):862-70.
 72. Moore TJ, Barron J, Hutchinson F, Golden C, Ellis C, Humphries D. Prosthetic usage following major lower extremity amputation. *Clin Orthop Relat Res*. janv 1989;(238):219-24.
 73. Forsberg JA, Pepek JM, Wagner S, Wilson K, Flint J, Andersen RC, et al. Heterotopic Ossification in High-Energy Wartime Extremity Injuries: Prevalence and Risk Factors: The *Journal of Bone and Joint Surgery-American Volume*. mai 2009;91(5):1084-91.
 74. Matsumoto ME, Khan M, Jayabalan P, Ziebarth J, Munin MC. Heterotopic Ossification in Civilians With Lower Limb Amputations. *Archives of Physical Medicine and*

Rehabilitation. sept 2014;95(9):1710-3.

75. Potter BK, Burns TC, Lacap AP, Granville RR, Gajewski DA. Heterotopic Ossification Following Traumatic and Combat-Related Amputations: Prevalence, Risk Factors, and Preliminary Results of Excision. *The Journal of Bone & Joint Surgery*. mars 2007;89(3):476-86.
76. Potter MBK, Forsberg LJA, Davis TA, Evans CKN, Hawksworth MJS, Tadaki D, et al. Heterotopic Ossification Following Combat-Related Trauma. *Journal of Bone and Joint Surgery*. 1 déc 2010;92(Supplement_2):74-89.
77. Davis TA, O'Brien FP, Anam K, Grijalva S, Potter BK, Elster EA. Heterotopic Ossification in Complex Orthopaedic Combat Wounds: Quantification and Characterization of Osteogenic Precursor Cell Activity in Traumatized Muscle. *The Journal of Bone & Joint Surgery*. juin 2011;93(12):1122-31.
78. Forsberg JA, Potter BK, Polfer EM, Safford SD, Elster EA. Do Inflammatory Markers Portend Heterotopic Ossification and Wound Failure in Combat Wounds? *Clinical Orthopaedics & Related Research*. sept 2014;472(9):2845-54.
79. Pavey GJ, Polfer EM, Nappo KE, Tintle SM, Forsberg JA, Potter BK. What Risk Factors Predict Recurrence of Heterotopic Ossification After Excision in Combat-related Amputations?: *Clinical Orthopaedics and Related Research*. sept 2015;473(9):2814-24.
80. Pavey GJ, Formby PM, Hoyt BW, Wagner SC, Forsberg JA, Potter BK. Intraound Antibiotic Powder Decreases Frequency of Deep Infection and Severity of Heterotopic Ossification in Combat Lower Extremity Amputations. *Clin Orthop Relat Res*. avr 2019;477(4):802-10.
81. Behery OA, Dai AZ, McLaurin TM. Posttraumatic Heterotopic Ossification of the Hip. *Journal of Orthopaedic Trauma*. août 2018;32(4):S18-9.
82. Rosenberg NM, Bull AMJ. Application of a mechanobiological algorithm to investigate mechanical mediation of heterotopic bone in trans-femoral amputees. *Sci Rep*. 21 sept 2018;8(1):14196.
83. Anderson SR, Gupta N, Johnson EA, Johnson RM. Disruption of targeted muscle reinnervation due to heterotopic ossification in an amputated lower extremity. *BMJ Case Rep*. 13 mai 2022;15(5):e249705.
84. Mathieu L, Diner C, Aries P, Thomas M, Truffaut S, De L'escalopier N. Preemptive targeted muscle reinnervation: the single incision approach should be avoided in trans-tibial traumatic amputation. *Military Med Res*. 24 oct 2022;9(1):60.
85. Bamberger DM. Osteomyelitis. A commonsense approach to antibiotic and surgical treatment. *Postgrad Med*. oct 1993;94(5):177-82, 184.
86. Norden CW. Bone and joint infections: An overview. *The American Journal of Medicine*. juin 1985;78(6):204-5.
87. McNally MA, Small JO, Tofighi HG, Mollan RA. Two-stage management of chronic osteomyelitis of the long bones. The Belfast technique. *J Bone Joint Surg Br*. mai 1993;75(3):375-80.
88. Weber FA, Lautenbach EE. Revision of infected total hip arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res*. oct 1986;(211):108-15.
89. Juarez JK, Pugh MJ, Wenke JC, Rivera JC. Infection Precedes Heterotopic Ossification in Combat Wounded. *US Army Med Dep J*. 2018;(2-18):1-5.
90. Bui G, Buckwalter J, Wilken J, Davison J, Palmer J, Shurr D, et al. Comparison of Early versus Late Below Knee Amputation After Trauma With Standardized Prosthetic Care. *Iowa Orthop J*. juin 2022;42(1):89-96.
91. Grosset A, Mangin P, MacNab C, Pfister G, de l'Escalopier N, Cournac JM, et al. Input of a Multi-Disciplinary Meeting in the Treatment of Osteoarticular Infections in French War Casualties. *Military Medicine*. 1 mai 2019;184(5-6):e359-64.
92. Zhang D, Janssen SJ, Tarabochia M, von Keudell A, Chen N. Risk factors for death and amputation in acute leg compartment syndrome. *Eur J Orthop Surg Traumatol*. févr 2020;30(2):359-65.

93. Lange RH, Bach AW, Hansen ST, Johansen KH. Open Tibial Fractures with Associated Vascular Injuries: Prognosis for Limb Salvage. *The Journal of Trauma: Injury, Infection, and Critical Care*. mars 1985;25(3):203-8.
94. Drost TF, Rosemurgy AS, Proctor D, Kearney RE. Outcome of Treatment of Combined Orthopedic and Arterial Trauma to the Lower Extremity: *The Journal of Trauma: Injury, Infection, and Critical Care*. oct 1989;29(10):1331-4.
95. Subedi N, Heire P, Parmer V, Beardmore S, Oh C, Jepson F, et al. Multimodality imaging review of the post-amputation stump pain. *BJR*. déc 2016;89(1068):20160572.
96. Henrot P, Stines J, Walter F, Martinet N, Paysant J, Blum A. Imaging of the Painful Lower Limb Stump. *RadioGraphics*. oct 2000;20(suppl_1):S219-35.
97. Chung BM, Lee GY, Kim WT, Kim I, Lee Y, Park SB. MRI features of symptomatic amputation neuromas. *Eur Radiol*. oct 2021;31(10):7684-95.
98. Tintle SM, Donohue MA, Shawen S, Forsberg JA, Potter BK. Proximal Sural Traction Neurectomy During Transtibial Amputations. *Journal of Orthopaedic Trauma*. févr 2012;26(2):123-6.
99. Smith DG. Amputation: Preoperative assessment and lower extremity surgical techniques. *Foot and Ankle Clinics*. juin 2001;6(2):271-96.
100. Solarz MK, Thoder JJ, Rehman S. Management of Major Traumatic Upper Extremity Amputations. *Orthopedic Clinics of North America*. janv 2016;47(1):127-36.
101. Tintle LSM, Baechler LMF, Nanos CGP, Forsberg LJA, Potter MBK. Traumatic and Trauma-Related Amputations: Part II: Upper Extremity and Future Directions. *The Journal of Bone and Joint Surgery-American Volume*. déc 2010;92(18):2934-45.
102. Economides JM, DeFazio MV, Attinger CE, Barbour JR. Prevention of Painful Neuroma and Phantom Limb Pain After Transfemoral Amputations Through Concomitant Nerve Coaptation and Collagen Nerve Wrapping. *Neurosurgery*. sept 2016;79(3):508-13.
103. Chiodo CP, Stroud CC. Optimal surgical preparation of the residual limb for prosthetic fitting in below-knee amputations. *Foot and Ankle Clinics*. juin 2001;6(2):253-64.
104. Jensen TS, Krebs B, Nielsen J, Rasmussen P. Phantom limb, phantom pain and stump pain in amputees during the first 6 months following limb amputation. *Pain*. nov 1983;17(3):243-56.
105. Ducic I, Mesbahi AN, Attinger CE, Graw K. The Role of Peripheral Nerve Surgery in the Treatment of Chronic Pain Associated with Amputation Stumps: Plastic and Reconstructive Surgery. mars 2008;121(3):908-14.
106. Jensen TS, Krebs B, Nielsen J, Rasmussen P. Immediate and long-term phantom limb pain in amputees: Incidence, clinical characteristics and relationship to pre-amputation limb pain. *Pain*. mars 1985;21(3):267-78.
107. Chang BL, Mondshine J, Fleury CM, Attinger CE, Kleiber GM. Incidence and Nerve Distribution of Symptomatic Neuromas and Phantom Limb Pain after Below-Knee Amputation. *Plast Reconstr Surg*. 1 avr 2022;149(4):976-85.
108. Ephraim PL, Wegener ST, MacKenzie EJ, Dillingham TR, Pezzin LE. Phantom pain, residual limb pain, and back pain in amputees: results of a national survey. *Arch Phys Med Rehabil*. oct 2005;86(10):1910-9.
109. Ehde DM, Czerniecki JM, Smith DG, Campbell KM, Edwards WT, Jensen MP, et al. Chronic phantom sensations, phantom pain, residual limb pain, and other regional pain after lower limb amputation. *Arch Phys Med Rehabil*. août 2000;81(8):1039-44.
110. Buchheit T, Van de Ven T, John Hsia HL, McDuffie M, MacLeod DB, White W, et al. Pain Phenotypes and Associated Clinical Risk Factors Following Traumatic Amputation: Results from Veterans Integrated Pain Evaluation Research (VIPER): Pain Phenotypes and Associated Clinical Risk Factors. *Pain Med*. juill 2015;n/a-n/a.
111. Dumanian GA, Potter BK, Mioton LM, Ko JH, Cheesborough JE, Souza JM, et al. Targeted Muscle Reinnervation Treats Neuroma and Phantom Pain in Major Limb Amputees: A Randomized Clinical Trial. *Annals of Surgery*. août 2019;270(2):238-46.
112. Reid RT, Johnson CC, Gaston RG, Loeffler BJ. Impact of Timing of Targeted Muscle

- Reinnervation on Pain and Opioid Intake Following Major Limb Amputation. *Hand (N Y)*. 13 juill 2022;15589447221107696.
113. McCulloch I, Valerio I. Lower extremity reconstruction for limb salvage and functional restoration - The Combat experience. *Clinics in Plastic Surgery*. avr 2021;48(2):349-61.
 114. Fueglistaler P, Amsler F, Schüepp M, Fueglistaler-Montali I, Attenberger C, Pargger H, et al. Prognostic value of Sequential Organ Failure Assessment and Simplified Acute Physiology II Score compared with trauma scores in the outcome of multiple-trauma patients. *Am J Surg*. août 2010;200(2):204-14.
 115. Castella X, Artigas A, Bion J, Kari A. A comparison of severity of illness scoring systems for intensive care unit patients: results of a multicenter, multinational study. The European/North American Severity Study Group. *Crit Care Med*. août 1995;23(8):1327-35.
 116. Gauthier-fiagnon C, Grise MC, Potvin D. Predisposing Factors Related to Prosthetic Use by People with a Transtibial and Transfemoral Amputation: *JPO Journal of Prosthetics and Orthotics*. 1998;10(4):99-109.
 117. Urrechaga E, Jabori S, Kang N, Kenel-Pierre S, Lopez A, Rattan R, et al. Traumatic Lower Extremity Vascular Injuries and Limb Salvage in a Civilian Urban Trauma Center. *Annals of Vascular Surgery*. mai 2022;82:30-40.
 118. Bondurant FJ, Cotler HB, Buckle R, Miller-Crotchett P, Browner BD. The Medical and Economic Impact of Severely Injured Lower Extremities: *The Journal of Trauma: Injury, Infection, and Critical Care*. août 1988;28(8):1270-3.
 119. Hudson SJ, Brett SJ. Heterotopic ossification - A long-term consequence of prolonged immobility. *Crit Care*. 2006;10(6):174.
 120. Meulenbelt HEJ, Geertzen JHB, Jonkman MF, Dijkstra PU. Skin problems of the stump in lower limb amputees: 1. A clinical study. *Acta Derm Venereol*. mars 2011;91(2):173-7.
 121. Meulenbelt HEJ, Geertzen JHB, Jonkman MF, Dijkstra PU. Skin problems of the stump in lower-limb amputees: 2. Influence on functioning in daily life. *Acta Derm Venereol*. mars 2011;91(2):178-82.
 122. Grzebień A, Chabowski M, Malinowski M, Uchmanowicz I, Milan M, Janczak D. Analysis of selected factors determining quality of life in patients after lower limb amputation- a review article. *Pol Przegl Chir*. 30 avr 2017;89(2):57-61.
 123. Sansam K, Neumann V, O'Connor R, Bhakta B. Predicting walking ability following lower limb amputation: a systematic review of the literature. *J Rehabil Med*. juill 2009;41(8):593-603.
 124. MacKenzie EJ, Bosse MJ, Castillo RC, Smith DG, Webb LX, Kellam JF, et al. Functional outcomes following trauma-related lower-extremity amputation. *J Bone Joint Surg Am*. août 2004;86(8):1636-45.
 125. Pohjolainen T, Alaranta H. Predictive factors of functional ability after lower-limb amputation. *Ann Chir Gynaecol*. 1991;80(1):36-9.
 126. Dillingham TR, Pezzin LE, Mackenzie EJ. Limb Amputation and Limb Deficiency: Epidemiology and Recent Trends in the United States: *Southern Medical Journal*. août 2002;95(8):875-83.
 127. Narang IC, Mathur BP, Singh P, Jape VS. Functional capabilities of lower limb amputees. *Prosthet Orthot Int*. avr 1984;8(1):43-51.
 128. Burger H, Marincek C. Return to work after lower limb amputation. *Disabil Rehabil*. 15 sept 2007;29(17):1323-9.
 129. Millstein S, Bain D, Hunter GA. A review of employment patterns of industrial amputees--factors influencing rehabilitation. *Prosthet Orthot Int*. août 1985;9(2):69-78.

VII. Table des figures

Sauf mention contraire, les figures et tableaux sont de l'auteur.

Figure 1 – Zones de conflit du moignon liées à une qualité cutanée insuffisante	25
Figure 2 – Saillie osseuse sous-cutanée.....	25
Figure 3 – Lambeau libre de grand dorsal responsable d'une instabilité du moignon et d'un appareillage impossible	25
Figure 4 - Zone de conflit extrémité distale du moignon avec ulcération cutanée	26
Figure 5 - Zone de conflit extrémité distale du moignon avec ulcération cutanée	26
Figure 6 - Ossifications hétérotopiques sur moignon d'amputation trans-fémorale	28
Figure 7 - Ossification hétérotopique en regard de la fibula	29
Figure 8 - Ossification hétérotopique amputation trans-fémorale	29
Figure 9 - Ossification hétérotopique sur amputation trans-tibiale, per opératoire	30
Figure 10 - Ossification hétérotopique réséquée, per opératoire	30
Figure 11 - Collection profonde parties molles amputation trans-fémorale	32
Figure 12 - Diagramme de flux.....	41
Figure 13 - Appareillage à 90 jours	61

VIII. Table des tableaux

Tableau 1 - Données démographiques patients (n=86 patients).....	42
Tableau 2 - Données et constatations opératoires sur l'amputation initiale (n = 96 membres)	44
Tableau 3 - Reprises du moignon < ou > 6 mois post amputation	45
Tableau 4 - Reprises chirurgicales (n=96 membres).....	48
Tableau 5 - Facteurs de risques de reprise tardive	50
Tableau 6 - Motifs spécifiques de reprises tardives (n=94 membres)	53
Tableau 7 - Du traumatisme à l'amputation	55
Tableau 8 - Résultats fonctionnels descriptifs (n=84 patients).....	57
Tableau 9 - Résultats fonctionnels selon la reprise chirurgicale (n=84 patients)	59
Tableau 10 - Appareillage à 90 jours	60

Évaluation des facteurs de risque de reprise chirurgicale des amputations post traumatiques au membre inférieur : Analyse de 10 ans d'activité au sein de l'hôpital Percy.

Résumé :

Introduction : Lorsqu'elle est réalisée en traumatologie, l'amputation au membre inférieur est associée à un risque de reprise chirurgicale important. L'objectif de cette étude est d'analyser les facteurs de risque de reprises chirurgicales des amputations post traumatiques au membre inférieur.

Matériel & Méthode : Il s'agit d'une étude rétrospective monocentrique. Entre janvier 2010 à février 2020, 123 amputations du membre inférieur post traumatiques ont été réalisées sur 113 patients dans un Centre de Traumatologie de niveau 1. Les données liées au traumatisme, aux interventions chirurgicales et à l'état fonctionnel des patients ont été analysées. Le critère de jugement principal était la reprise chirurgicale survenant à plus de 6 mois. L'état fonctionnel des patients à long terme a été analysé en second plan.

Résultats : 86 patients et 96 amputations ont été inclus, 63 (65,6%) ont été réalisées moins de 30 jours après le traumatisme. Le taux de reprises chirurgicales à plus de 6 mois de l'amputation était de 38,3% : 28,7% de resurfaçage (reprise osseuse pour conflit ou matelassage des parties molles), 20,2% d'ossifications hétérotopiques (OH), 11,7% d'infections tardives et 9,6% de névromes. Les patients âgés de plus de 30 ans avaient moins de reprises tardives (OR=0,26 [0,08-0,79] ; p=0,021 et 0,12 [0,03-0,42] ; p=0,002). Un Index de Gravité Simplifié II supérieur à 45 était un facteur protecteur de reprise tardive (0.15 [0.03-0.65] ; p=0.016). L'analyse en sous-groupe retrouvait une augmentation des reprises pour resurfaçage chez les patients jeunes (31,6 ans). L'infiltration nerveuse per opératoire lors de l'amputation initiale par un anesthésique local avant section nerveuse diminuait le risque de reprise pour névrome (6% ; p<0,01). Le traumatisme crânien associé et la réalisation d'une myodèse augmentaient le risque de reprise pour OH (27% ; p=0,03 et 30% ; p=0,012). Être amputé d'au moins 2 membres exposait à plus de reprise chirurgicale tardive (OR=7.07 [1.83-33.06] ; p=0.007). 94% des patients étaient appareillés et 71,2% avaient repris le travail à 7 ans de recul moyen.

Discussion : L'âge jeune apparaît déterminant dans le développement de complications tardives de moignon : la demande fonctionnelle des patients en phase active de leur vie implique une utilisation prothétique plus importante et une sur sollicitation potentielle du moignon. Un IGS II critique diminue l'espérance de vie : les exigences fonctionnelles sont moins importantes et les reprises tardives moins fréquentes. L'analyse en sous-groupe nous donne des pistes peu étudiées et intéressantes à propos du développement de névromes et d'ossifications hétérotopiques symptomatiques.

Conclusion : Bien qu'ils ne soient pas tous modifiables, connaître les facteurs de risque de reprise permet d'améliorer la qualité de vie des patients amputés.

Spécialité :

DES de Chirurgie Orthopédique et Traumatologie

Mots clés français : amputation, membre inférieur, névrome, post-traumatique.

Forme ou Genre :

fMeSH : Dissertation universitaire

Rameau : Thèses et écrits académiques