

## Mon patient doit être amputé en urgence : que faire ?

Dr Cyril Quemeneur<sup>1,2</sup>, Dr Matthieu Langlois<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup>*Centre Hospitalo-Universitaire Pitié-Salpêtrière, 47-83 Boulevard de l'Hôpital, 75013, Paris, France*

<sup>2</sup>*Bridage des Sapeurs-Pompiers de Paris, Centre médical Masséna, 37 Boulevard Masséna, 75013 Paris, France*

<sup>3</sup>*Service Médical du RAID, Domaine du Bel Air, Route de Gisy, 91570 Bièvres, France*

Auteur correspondant : Dr Cyril Quemeneur

Email : [cyril.quemeneur@aphp.fr](mailto:cyril.quemeneur@aphp.fr)

Conflits d'intérêts : Dr Matthieu Langlois participe à des formations organisées par la société Teleflex.

Dr Cyril Quemeneur déclare n'avoir aucun conflit d'intérêts.

### Points Essentiels

- Les causes vasculaires et traumatiques sont les deux principales étiologies d'amputations en urgence.
- Les causes traumatiques peuvent toucher aussi bien le membre supérieur que le membre inférieur. La prise en charge préhospitalière de ces patients repose sur le contrôle de l'hémorragie et une prise en charge analgésique optimale précoce.
- Les causes vasculaires concernent essentiellement les membres inférieurs chez des sujets aux lourdes comorbidités. L'évaluation, le contrôle et la surveillance des comorbidités de ces patients polyvasculaires seront au centre de la prise en charge.
- Une approche pluridisciplinaire réunissant anesthésistes-réanimateurs, chirurgiens, médecins spécialistes en médecine physique et de réadaptation, spécialistes de la douleur et psychologues doit être initiée précocement pour favoriser la récupération fonctionnelle, limiter le risque de chronicisation des douleurs et le retentissement psychologique à long terme.

## **Introduction**

### Préambule :

L'amputation en urgence est un sujet peu abordé dans la littérature, notamment en ce qui concerne le membre supérieur. Ce texte ne se veut donc pas une revue de la littérature, qui d'ailleurs discordes sur de nombreux points, mais plus un point de vue pratique des auteurs à partager avec l'anesthésiste-réanimateur amené à prendre en charge un patient nécessitant une amputation en urgence : du préopératoire jusqu'à la prévention des complications à long terme.

### Généralités :

#### ○ Étiologies :

Classiquement, deux types de situations sont susceptibles de conduire à une amputation en urgence : les causes traumatiques et les causes pathologiques (vasculaires et infectieuses). Les causes traumatiques seront les plus fréquemment retrouvées dans les atteintes du membre supérieur, tandis que les causes vasculaires seront majoritaires pour le membre inférieur.

#### ○ Définitions :

Une amputation primaire est définie par une amputation pratiquée sans tentative première de sauvetage de membre, tandis qu'une amputation secondaire se caractérise par une amputation pratiquée après un échec de revascularisation ou de traitement curatif.

Les amputations majeures de membre inférieur sont les amputations effectuées au-dessus de la cheville et comprennent les amputations transtibiales (sous-poplitées), la désarticulation de genou, les amputations transfémorales (sus-poplitées), ainsi que la désarticulation de hanche. Une variété d'amputations du pied est disponible pour conserver la capacité du patient à se déplacer en utilisant des orthèses. Celles-ci incluent l'amputation d'orteil, l'amputation transmétatarsienne, et diverses amputations au milieu et à l'arrière du pied (Lisfranc, Chopart) [1].

Les amputations majeures de membre supérieur sont les amputations effectuées du carpe jusqu'à l'épaule. Nous n'aborderons volontairement pas les amputations digitales.

- Épidémiologie :

Le consensus TASC II (The second Trans-Atlantic Inter-Society Consensus Working group) datant de 2007 documentait une incidence d'amputations majeures de membre inférieur de causes vasculaires de 12 à 50 pour 100 000 individus par an [2]. Quatre-vingt à quatre-vingt-dix pour cent des amputations de membres inférieurs, en Europe, sont de cause vasculaire (dont 35 à 50 % sont dues au diabète) tandis que les causes traumatiques ne représentent que 7 à 10 % [3–5]. Aux États-Unis, l'épidémiologie est légèrement différente avec 17 % de causes traumatiques.

Les amputations majeures de membres supérieurs sont rares dans le contexte civil, elles ne représentent que 6 % du total des amputations majeures. En Europe, la prévalence de patients amputés du membre supérieur est estimée à 11.6 pour 100 000 individus [6]. En 2008, derniers chiffres disponibles en France, 3600 amputations étaient rapportées dont 177 majeures (5 %) [7]. La majorité (75 à 85 %) sont traumatiques [4,8] et concernent des sujets de moins de 40 ans. Les événements récents dans le contexte civil risquent toutefois de faire augmenter l'incidence des amputations traumatiques du membre supérieur.

La prévalence de patients amputés toutes causes, estimée aux États-Unis à 1 757 000 patients en 2010, pourrait doubler d'ici 2050 du fait de l'amélioration de l'offre de soins, du vieillissement de la population et de l'accroissement de la pathologie diabétique [4].

- Les questions essentielles pour l'anesthésiste-réanimateur face à une amputation en urgence :

Le terrain du patient, en lien intime avec l'étiologie, conditionne prioritairement la prise en charge. Dans le cadre des amputations de causes pathologiques, ce sont les risques cardiovasculaires (infarctus du myocarde, accident vasculaire cérébral) et infectieux qui vont être au premier plan. Dans le cadre des causes traumatiques, c'est le reste du bilan lésionnel et particulièrement l'association ou non à un choc hémorragique qui seront au centre de la prise en charge.

Dans tous les cas, la brutalité de l'évènement et le risque de complications psychologiques postopératoires impose à l'anesthésiste-réanimateur la prise en charge précoce de la composante psychologique du geste.

### **La phase préopératoire**

Par souci de clarté, nous séparerons dans ce chapitre l'approche pré opératoire traumatique et vasculaire, puis nous aborderons les similarités dans un troisième temps.

- Particularités concernant les amputations en urgence de cause traumatique

Dans le civil, le contexte est majoritairement celui d'un accident de la voie publique (2 roues et nouvelle mobilité) ou un accident du travail.

#### Prise en charge préhospitalière

L'amputation partielle ou le délabrement majeur d'un membre peuvent être à l'origine d'un choc hémorragique marqué. Le patient est à considérer comme polytraumatisé, il est trié comme tel et orienté vers un centre spécialisé.

- o Mise en condition du patient

L'accès veineux peut être difficile et il ne faut pas hésiter à rapidement passer à la perfusion intra-osseuse [9], de préférence en huméral, notamment si le traumatisme concerne les membres inférieurs. La perfusion intra-osseuse (PIO) apparaît comme sûre, efficace, et réalisable en moins de 20 secondes, notamment sur le terrain opérationnel lors d'opérations extérieures militaires [10]. Le site d'abord huméral permet un débit équivalent à un cathéter de 18 gauges et peut permettre, en théorie, avec une poche de contre-pression gonflé à 300 mmHg, un débit qui peut aller jusqu'à 5000 cc/h [11]. Chez un patient conscient, un protocole analgésique adapté par lidocaïne peut être mis en œuvre avant toute utilisation thérapeutique du dispositif : 40 mg en 120 secondes chez l'adulte, 0.5 mg/kg chez l'enfant suivi d'un flush de 5 à 10 mL de chlorure de sodium pour l'adulte (2-5 mL pour l'enfant) et d'une demi-dose de lidocaïne en 60 secondes après le flush (demi-dose optionnelle pour le site huméral). Le flush en huméral serait moins douloureux qu'en tibial, ce site est donc à privilégier chez le patient conscient [12,13]. L'analgésie par voie orale ou nasale a toute sa place en préparation du geste.

- o Analgésie préhospitalière

En l'absence de causes associées nécessitant une anesthésie générale, il paraît important d'apporter une analgésie satisfaisante rapide au patient sans avoir nécessité de recours à l'anesthésie générale qui pourrait être délétère par la perte de temps qu'elle engendre et la perte de contact avec le blessé. Le recours à une analgésie multimodale dès la prise en charge préhospitalière pourrait permettre de réduire les douleurs chroniques postopératoires : paracétamol, morphine, kétamine, mélange équimolaire oxygène protoxyde d'azote, peuvent être associés en l'absence de contre-indications spécifiques. La kétamine pourrait prévenir les états de stress post-traumatique si elle est administrée précocement [14,15], elle doit s'intégrer dans la prise en charge globale psychologique à initier dès la phase préhospitalière.

Si la voie IV est impossible à poser et le recours à la PIO non envisageable, une analgésie par voie intramusculaire ou intranasale peut être initiée [16,17]. La Kétamine IM à la dose de 0.5-1 mg/kg peut être proposée. Par voie intranasale, des posologies entre 0,5 et 0,75 mg/kg sont efficaces sur la douleur aiguë avec peu d'effets secondaires, un délai d'action inférieur à 5 min et une durée d'action de plusieurs heures [18]. Le sufentanil à 0.4µg/kg en intranasal est également une option de choix [19].

- Lutte contre le choc hémorragique

Elle doit être la priorité dans la prise en charge initiale. Le choc hémorragique est la principale cause de mortalité lors d'un traumatisme grave isolé de membre. La pose d'un garrot tourniquet ou d'un garrot à cliquet est rapide et permet fréquemment un contrôle de l'hémorragie (Figure 1 ; A et B). Lors de l'attentat du marathon de Boston, 66 patients ont été victimes d'une atteinte de membres (4 avec atteintes des membres supérieurs, 56 membres inférieurs, 6 patients avec atteinte combinée des membres inférieurs et supérieurs). Dix-sept amputations ont été réalisées. Vingt-neuf des soixante-six patients gravement touchés aux membres ont présenté un choc hémorragique majeur sur les lieux de prise en charge, 27 garrots ont été posés (tous improvisés). La mortalité parmi ces patients a été de 0 % [20]. Le bénéfice de la pose précoce de garrots en préhospitalier ne fait pas de doute que ce soit dans le domaine civil ou militaire [21], les équipes pré-hospitalières sont dorénavant équipées de trousse de « damage control » qui comportent les éléments permettant de faire face à une hémorragie (garrots tourniquet ou à cliquets, Quick-clot®, pansement compressif d'urgence).

En l'absence d'efficacité du garrot tourniquet de première intention, l'équipe préhospitalière peut avoir recours au garrot pneumatique, à la ceinture pelvienne SAM® Junctional

Tourniquet avec compression de l'artère fémoral en proximal (Figure 1 ; C), ainsi qu'à un clampage direct à la pince hémostatique si le vaisseau à l'origine du saignement est identifiable.

La lutte précoce contre la triade létale du choc hémorragique entraînant une coagulopathie [22] associée à un délai d'évacuation le plus court possible vers un centre spécialisé sont les clés du sauvetage du patient et du membre [23] et doivent être les objectifs principaux des équipes préhospitalières.



*Figure 1 : Moyens de lutte contre l'hémorragie en préhospitalier.  
A) Garrot tourniquet B) Garrot à cliquets C) SAM® Junctional Tourniquet.*

- Prise en charge hospitalière préopératoire spécifique

Les traumatismes sévères menaçant les membres chez des sujets généralement jeunes sont un challenge thérapeutique et décisionnel important. L'amputation majeure précoce du membre dans certaines conditions peut parfois offrir de meilleurs résultats fonctionnels sur le long terme qu'un sauvetage, pourtant c'est une décision qui reste difficile à prendre pour les praticiens. Il est important que le patient puisse être impliqué dans la décision et exprimer son souhait sur un modèle de décision médicale partagée [24]. Dans tous les cas l'équipe doit

impérativement accompagner sa prise en charge et ses décisions par une approche psychologique spécialisée impliquant dès la phase initiale l'ensemble des acteurs : chirurgien, anesthésiste-réanimateur, médecin spécialisé en médecine physique et de réadaptation, psychologue, famille, patients quand cela est possible.

### **Particularités concernant les amputations en urgence de causes vasculaires et infectieuses**

Elles font suite à une :

- Ischémie critique non revascularisable chez un patient avec atteinte vasculaire préexistante.
- Thrombose artérielle aiguë non revascularisable (migration thrombus sur ACFA, athérome obstructif).
- Infection sévère : tissus mous, os, fasciite nécrosante, gangrène.

La prise en charge préhospitalière ne présente pas de spécificité et nous parlerons donc directement de la phase hospitalière de ces pathologies.

#### Évaluation préopératoire :

Dans le cas d'une infection incontrôlable malgré drainage chirurgical, débridement et antibiothérapie, ou d'une ischémie critique avec nécrose ou échec de revascularisation, la chirurgie doit être réalisée en urgence. Cela ne permet pas d'explorer correctement les comorbidités du patient. Cependant l'anticipation, chez les patients polyvasculaires connus, de l'évaluation préopératoire et du risque cardiovasculaire peut être réalisée à distance.

- Stratification du risque cardiovasculaire

La chirurgie d'amputation est considérée comme une chirurgie à haut risque de complications périopératoires avec un risque composite d'infarctus et de décès de causes cardiovasculaires supérieur à 5% à 30 jours [25]. Les examens complémentaires préopératoires à visée cardiologique devront être menés en suivant les recommandations communes de l'ESC et de l'ESA de 2014 ainsi que celles de l'AHA [25,26]. Un algorithme décisionnel simplifié des examens complémentaires à visée cardiaque dans le cadre d'une amputation est disponible en

Figure 2. Le score de Lee chirurgical sera au minimum à 1 dans la chirurgie d'amputation qui est à haut risque [27]. Un bilan rénal devrait être réalisé devant une incidence d'insuffisance rénale estimée à 2 % en postopératoire d'une amputation majeure [28].

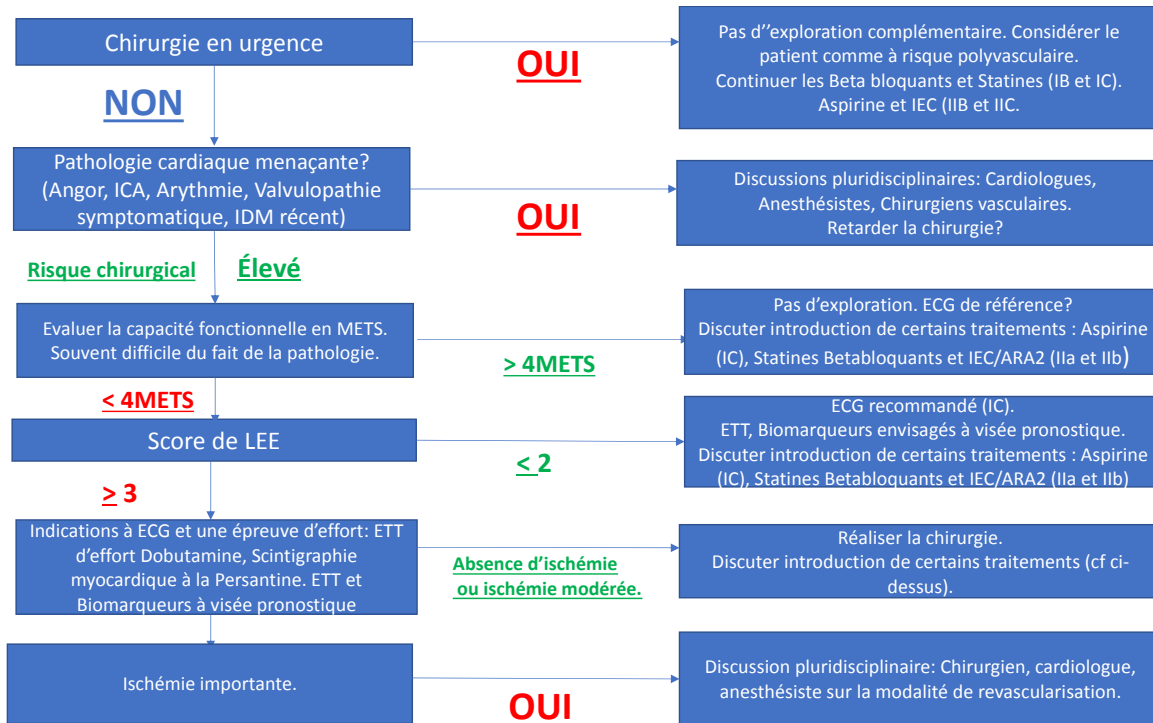


Figure 2 : Algorithme décisionnel simplifié des examens complémentaires et de la prise en charge avant amputation. Adapté des recommandations ESA 2014 [25].

### ○ Évaluation nutritionnelle

Un état nutritionnel précaire peut mener à de multiples complications infectieuses postopératoires ou retard de cicatrisation [29]. Il paraît indispensable d'évaluer l'état nutritionnel et métabolique de ces patients de façon rapide lors de la consultation d'anesthésie [30].

### ○ Évaluation des capacités de cicatrisation

Une évaluation clinique seule permet la guérison dans 80 % des cas pour les amputations au niveau du genou, et dans 90 % des cas pour celles concernant les amputations au-dessus du genou. Le taux de reprise peut donc atteindre 30 % après une première amputation, il est inversement proportionnel au niveau d'amputation initial [2,31]. Le consensus TASC II place la mesure de la pression en oxygène transcutanée tcPO2 comme une aide possible au choix du niveau. La littérature plus récente retrouve des résultats plus mitigés avec pour un seuil à 38



mmHg une spécificité et une sensibilité aux alentours de 71 % pour la prédiction d'une guérison ou d'un échec [32]. L'évaluation doppler, angiographique et scannographique du réseau vasculaire n'est pas évoquée dans les recommandations. En 2010, elle concernait respectivement : 39 %, 31 % et 7 % des patients, mais paraît avoir pris de l'essor depuis [33].

## **Prise en charge commune préopératoire**

### Prise en charge psychologique

L'amputation est un geste chirurgical à forte répercussion psychologique. Le contexte émotionnel préopératoire va influencer les séquelles psychologiques en per et post-réhabilitation. L'altération de l'intégrité physique peut entraîner une dépression réactionnelle marquée ainsi qu'un état de stress post-traumatique [34,35]. La chirurgie en urgence ne permet pas d'initier les phases du deuil de la perte d'un membre, son retentissement sera donc plus important que celui d'une chirurgie programmée. Les facteurs de risques d'épisodes dépressifs majeurs et d'état de stress post-traumatique à rechercher en préopératoire sont respectivement : un âge jeune, une personnalité névrotique et une cause traumatique à l'amputation ou un contexte d'agression collective, d'attentat ou de guerre [36]. La mise en place d'un suivi psychologique précoce en préopératoire paraît indispensable dans ce contexte.

### Dépistage du risque de douleur chronique

Les facteurs de chronicisation de la douleur sont à rechercher en préopératoire : intensité de la douleur préopératoire, consommation d'opioïdes, facteurs chirurgicaux à risque [37]. L'anxiété préopératoire et la dépression sont également des facteurs associés aux développements de douleurs neuropathiques chroniques et doivent être dépistés au moyen d'une échelle spécialisée : APAIS Amsterdam Preoperative Anxiety and Information Scale [37].

### Choix du niveau d'amputation

Le niveau chirurgical d'amputation est le résultat d'un compromis entre le potentiel de cicatrisation, la préservation de l'autonomie du patient et le protocole d'appareillage. Le niveau le plus distal doit être choisi. Ce niveau est déterminé par le chirurgien et le médecin de MPR en fonction de la situation clinique du patient : état d'oxygénation des tissus en cas d'ischémie chronique ou aiguë, extension de l'infection en cas de causes infectieuses, délabrement tissulaire en cas de causes traumatiques. Enfin, l'aspect psychologique avec la conservation maximale de l'intégrité physique du patient est pris en compte. Pour le membre

inférieur, un score prédictif de la probabilité de reprise de la marche après amputation de membres inférieurs le BLARt (Blatchford Allman Russell tool) score [38] a été développé récemment. Simple d'utilisation, il permet de guider et informer patients et cliniciens sur les probabilités de récupération fonctionnelle postopératoire. Il comporte : sexe, âge, IMC, mobilité en pré-amputation, cause de l'amputation, niveau de l'amputation, capacités cognitives, comorbidités majeures telles que l'insuffisance respiratoire chronique, insuffisance rénale, les déficits neurologiques, l'infarctus du myocarde ou un déficit du membre inférieur controlatéral. Un score supérieur à 17 prédit un devenir fonctionnel péjoratif avec une sensibilité de 93 % et une spécificité de 76 % [38].

#### Choix de la technique anesthésique

Le choix de la technique anesthésique va s'imposer au médecin anesthésiste-réanimateur à la fin de la consultation d'anesthésie réalisée en urgence. Les bénéfices et risques de chaque technique seront détaillés dans le paragraphe suivant.

### **Phase peropératoire**

#### Quelle(s) technique(s) anesthésique(s) ?

Le choix de la technique anesthésique sera conditionné par l'état général du patient, le contexte clinique et psychologique, la technique chirurgicale et le souhait du patient. Récemment, est clairement apparu le fait que le choix de la technique employé pouvait avoir des répercussions bien au-delà de la traditionnelle période postopératoire immédiate [39]. Cette nouvelle donnée complexifie la décision. Dans cette partie, nous ferons une brève revue de la littérature sur le sujet de l'anesthésie adaptée à l'amputation.

- En théorie

L'anesthésie régionale qu'elle soit neuraxiale ou locorégionale en évitant le recours à la ventilation mécanique pourrait, sur un plan théorique, réduire les complications pulmonaires. Elle pourrait également réduire la consommation d'opioïdes en per et postopératoire, et en conséquence les complications liées à leur consommation [40]. L'anesthésie locorégionale périnerveuse est à l'origine de peu de variations hémodynamiques et donc pourrait engendrer moins de complications cardiovasculaires sur le terrain polyvasculaire des patients amputés du membre inférieur.

- La littérature

Au niveau de l'« evidence based-medicine » récente, les résultats restent contradictoires. Une des premières études à s'intéresser à l'anesthésie pour l'amputation est publiée en 1983 par Mann et al., et compare 60 patients qui bénéficient d'une chirurgie d'amputation de membres inférieurs sous anesthésie générale ou rachianesthésie. Elle montre un bénéfice à la rachianesthésie sur la spoliation sanguine pendant la chirurgie et sur l'analgésie des vingt-quatre heures postopératoires [41].

**Récemment**, de nombreuses études rétrospectives ont été publiées sur le sujet de l'anesthésie régionale versus générale. Certaines penchent en défaveur de l'utilisation de l'anesthésie générale avec une augmentation retrouvée de la mortalité à 30 jours (OR 1.5 (1.0-2.3)) et un surrisque majeur chez les patients les plus fragiles (OR 4.2(1.3-13.4)) [42]. D'autres ne retrouvent pas de bénéfices de l'anesthésie régionale sur la mortalité, mais un impact sur la morbidité avec une diminution de la durée d'hospitalisation, du séjour en réanimation, des complications cardiaques et pulmonaires chez les patients amputés sous anesthésie régionale [43]. Enfin, les plus récentes parues en 2017 et 2018 ne retrouvent pas de bénéfice à l'anesthésie régionale sur la mortalité ou sur les complications cardiaques ou pulmonaires [44,45].

Si on isole les études qui s'intéressent uniquement à l'anesthésie locorégionale périmébrale versus anesthésie générale, les conclusions restent les mêmes avec une absence de différence sur la mortalité à 30 jours [46]. Une des limites majeures de ces études est d'inclure une majorité d'amputations programmées avec des patients à l'état stable ou stabilisé en préopératoire. Quid du patient polyvasculaire à risque élevé qui doit être opéré en urgence ? N'y a-t-il pas dans ce cas précis un bénéfice à l'ALR ? Nous n'avons à l'heure actuelle pas trouvé d'étude répondant à cette question.

- Synthèse et opinion des auteurs

Au regard des données actuelles et de notre expérience, il paraît compliqué de recommander de façon formelle un type d'anesthésie pour une amputation en urgence. L'anesthésie neuraxiale ou périmébrale ne montrent pas de bénéfice sur l'anesthésie générale reposant sur des critères principaux de jugement tels que la mortalité ou des critères forts de morbidité dans la littérature récente, même en isolant les patients les plus fragiles [47]. Nous devons, comme dans beaucoup de chirurgies, nous tourner vers des critères tels que : l'habitude de

l'anesthésiste, du chirurgien, l'état clinique du patient et son souhait au moment de la prise en charge.

L'utilisation de l'anesthésie neuraxiale semble à éviter en l'absence de bénéfice retrouvé, notamment en contexte vasculaire avec des patients fréquemment traités par médicaments perturbant l'hémostase, ainsi que la nécessité fréquente en per ou postopératoire d'introduire une héparinothérapie chez ces patients.

Le périméridieux semble à privilégier du fait de son faible retentissement hémodynamique et de sa possibilité d'analgésie prolongée postopératoire au moyen d'un cathéter laissé en place chez les patients amputés pour cause vasculaire. Au minimum, une sédation y sera associée pour limiter le retentissement psychologique du geste. D'une façon générale, les amputations distales feront préférer une anesthésie périméridieuse avec une sédation associée, tandis que les gestes proximaux feront préférer une anesthésie générale avec pose d'un cathéter d'analgésie pour le post-opératoire.

Chez les amputés traumatiques en urgence, le contexte et la détresse psychologique associée au geste pourront faire préférer une anesthésie générale d'emblée, associée à une pose de cathéter d'analgésie périméridieux.

#### Protocoles envisagés en fonction du geste chirurgical

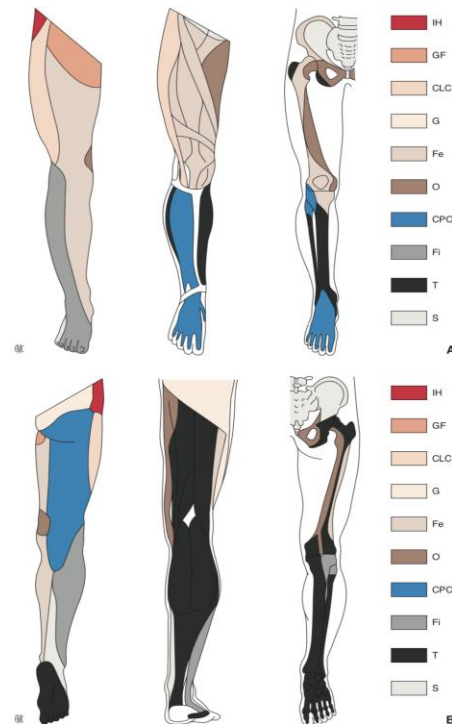
- Amputation transfémorale

L'anesthésie générale est probablement à préférer en première intention chez le patient jeune en bon état général amputé pour cause traumatique. Pour le patient vasculaire l'état général du patient et son score ASA feront orienter le choix vers anesthésie générale ou locorégionale.

Si l'anesthésie périméridieuse est choisie, les techniques à recommander concernant la chirurgie d'amputation transfémorale chez les patients aux lourdes comorbidités (ASA IV) sans nécessité d'y associer une sédation supérieure à un score OAA/S (Observers Assessment of Alertness, Sedation) inférieure à 3 est de réaliser une anesthésie qui combine au minimum bloc fémoral, bloc obturateur, bloc sciatique, il peut s'y ajouter également un bloc du nerf cutané latéral de cuisse [48]. Attention, le bloc ilio-fascial ne permet souvent pas l'extension à l'obturateur et au cutané latéral de cuisse.

- Amputation transtibiale

L'anesthésie générale est probablement à préférer en première intention chez le patient jeune en bon état général amputé pour cause traumatique en urgence. L'ALR - sédation semble être la technique de choix chez les patients polyvasculaires. Pour une amputation transtibiale, les techniques à recommander consistent en la réalisation d'un bloc fémoral au creux inguinal et d'un bloc sciatique poplité (Figure 3). La pose de cathéters sciatiques ou tibiaux est recommandée.



*Figure 3 : Représentation schématique des territoires d'innervation sensitivomotrice du membre inférieur. IH : Nerf iliohypogastrique ; GF : génitifémoral ; CLC : nerf cutané latéral de cuisse ; G : glutéaux ; Fe : fémoral ; O : obturateur ; CPC : cutané postérieur de cuisse ; Fi : fibulaire ; T : tibial ; S : sural.*

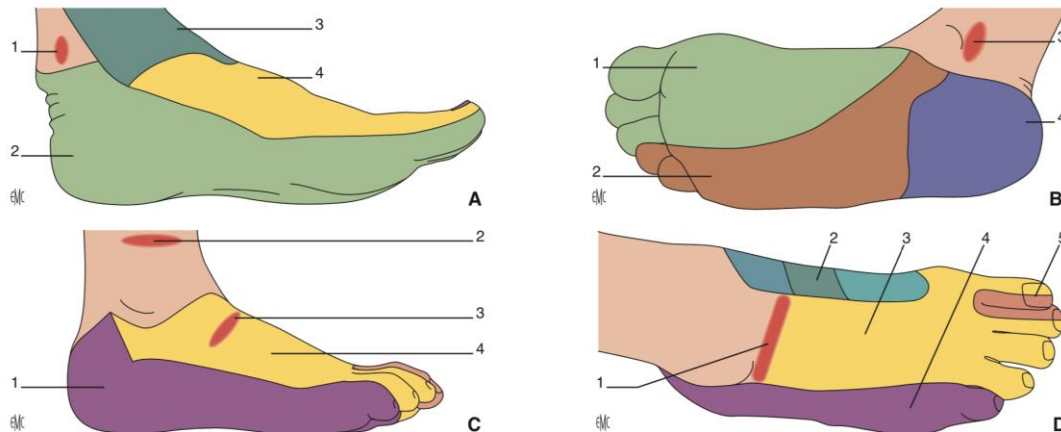
*Copyright © Choquet Zetlaoui. Tiré EMC 2014 Techniques d'anesthésie régionale périphérique du membre inférieur.*

#### ○ Amputation distale

Pour les amputations distales, type orteils, en l'absence d'une durée de chirurgie supérieure à 30 minutes, il pourrait être bénéfique de réaliser un bloc distal à la cheville avec un anesthésique local de longue durée d'action (Figure 4). Cette ALR peut comporter le bloc des nerfs fibulaire superficiel, fibulaire profond, tibial, saphène, sural en fonction de la zone à amputer. Ce type d'anesthésie nécessite une bonne coopération avec le chirurgien, qui accepte un garrot mis en place à la cheville et une durée de chirurgie la plus courte possible.

Le bloc distal à la cheville permet une analgésie prolongée avec un bloc essentiellement sensitif et une reprise précoce possible de la déambulation pour les amputations d'avant-pied. Un cathéter peut être mis en place au contact du nerf tibial en rétromalléolaire dans le canal calcanéen [49].

Le bloc sciatique poplité associé à une barrette saphène est également une option de choix.



**Figure 15.** Bloc à la cheville. Représentation schématique de l'innervation sensitive cutanée du pied et sites de ponction pour les blocs à la cheville.  
**A.** 1. Infiltration pour le nerf saphène; 2. nerf tibial; 3. nerf saphène (territoire variable); 4. nerf fibulaire superficiel.  
**B.** 1. Nerf plantaire médial, branche médiale du nerf tibial; 2. nerf plantaire latéral, branche latérale du nerf tibial; 3. zone de ponction pour le nerf tibial; 4. nerf calcanéen, branche postérieure du nerf tibial.  
**C.** 1. Nerf sural; 2. zone pour l'infiltration du nerf sural; 3. zone de ponction pour le nerf fibulaire profond; 4. nerf fibulaire superficiel.  
**D.** 1. Zone pour l'infiltration du nerf fibulaire superficiel; 2. nerf saphène (territoire variable); 3. nerf fibulaire superficiel; 4. nerf sural; 5. nerf fibulaire profond.

*Figure 4 : Blocs à la cheville. Copyright © Choquet Zetlaoui. Tiré EMC 2014 Techniques d'anesthésie régionale périphérique du membre inférieur*

- Amputation majeure du membre supérieur

**Les grandes** lignes de prise en charge seront les mêmes, l'amputation traumatique étant l'étiologie la plus fréquente dans ce cas. Il sera réalisé de préférence une anesthésie générale chez le sujet jeune pour une amputation traumatique majeure. Une ALR avec mise en place d'un cathéter interscalénique ou sus-claviculaire y sera associée en fonction du niveau d'amputation principalement à visée antalgique.

Les grandes lignes des techniques chirurgicales :

Concernant les infections graves des membres inférieurs, en particulier chez les patients diabétiques, des amputations étagées progressives sont préférables à une amputation non progressive. L'amputation étagée comprend tout d'abord une amputation de débridement sous forme d'amputation ouverte à guillotine (transfémorale ou transtibiale), d'amputation

complète ou moins communément de cryoamputation, avec révision définitive et fermeture de la plaie après contrôle de l'infection [1,50].

L'utilisation d'un garrot proximal facilite l'acte chirurgical et minimise les pertes sanguines. La place du garrot reste à discuter entre chirurgiens et anesthésistes et influence les techniques d'anesthésie employées. Afin d'optimiser l'hémostase, sa levée doit se faire avant l'entame de la réfection du moignon et la fermeture cutanée [51].

#### Protocole d'antibioprophylaxie peropératoire lors d'une amputation en urgence

Les amputations avec plaies sont classées comme des chirurgies contaminées ou sales à haut risque d'infection du site opératoire pour les amputations sur tissu infecté.

Les amputations avec troubles trophiques distaux sont quant à elles classées en propre-contaminées suivant le score d'Altemeier. Les bactéries cibles sont Staphylocoque aureus, Staphylocoque epidermidis, les Bacilles à Gram négatifs ainsi que les anaérobies. L'antibioprophylaxie est donc recommandée pour tous les patients dans la demi-heure précédant l'incision.

La Penicilline A associée à un inhibiteur de bêta-lactamases est recommandée (Amoxicilline-Acide Clavulanique), avec 2 g en intraveineuse lente avec une antibioprophylaxie étendue à 48 h post-opératoire avec un gramme toutes les 6 heures [52].

Si le patient est allergique, l'antibioprophylaxie recommandée est clindamycine (900 mg IVL), gentamicine (5 mg/kg/j) avec la clindamycine réinjectée à 600 mg toutes les 6 heures pendant 48 heures, et la gentamicine réinjectée à 5 mg/kg à la 24<sup>ème</sup> heure [52].

La SFAR recommande l'antibioprophylaxie même si une antibiothérapie est instaurée en préopératoire pour traiter un trouble trophique distal [52].

Dans le cas d'une nécrose infectée déjà traitée par antibiothérapie avec un antibiotique de plus large spectre (ex : pipéracilline-tazobactam) et qui agit sur les germes sus-cités, il ne paraît pas licite de recommander une antibioprophylaxie supplémentaire.

Les antibiotiques seront poursuivis en post-opératoire pour les patients qui bénéficient d'une chirurgie étagée, d'une amputation d'étiologie infectieuse ou d'une gangrène. Des

antibiotiques à large spectre seront introduits et adaptés secondairement en réponse aux cultures et aux antibiogrammes.

## **Le post-opératoire**

### Les complications liées à une chirurgie en urgence

#### ○ Complications métaboliques

Un syndrome d'ischémie reperfusion faisant suite aux nombreux déséquilibres métaboliques et au relargage de radicaux libres. L'état de choc, la rhabdomyolyse, le déséquilibre d'un diabète préexistant, l'insuffisance rénale aiguë postopératoire sont les principales complications métaboliques en post-amputation [53].

#### ○ Les manifestations thromboemboliques veineuses

Les patients opérés d'une chirurgie d'amputation des membres inférieurs sont à haut risque thromboembolique du fait de la chirurgie et du risque d'immobilisation postopératoire. La thromboprophylaxie peut être démarrée avant l'amputation en fonction du risque individuel du patient, du niveau d'amputation et de la reprise d'activité attendue en post-opératoire. Une incidence de plus de 50 % de thromboses veineuses postopératoires était rapportée chez ces patients avant la mise en œuvre d'une thromboprophylaxie [54]. Actuellement, l'incidence d'évènements thromboemboliques profonds en post-amputation varie entre 10 et 15 % (toutes amputations confondues : majeures et mineures) [55] et entre 10 et 26 % si on isole les amputations majeures de membres inférieurs [56,57].

Un des principaux facteurs de risque retrouvé est le site d'amputation avec une incidence estimée à 37 % pour les amputations transfémorales versus 21 % pour les amputations transtibiales [57]. C'est un phénomène beaucoup plus rare pour les amputations de membres supérieurs. Il n'existe pas de différence entre la prophylaxie par héparine de bas poids moléculaire ou héparine non fractionnée [56]. Le risque persiste plus de deux mois en post-opératoire, une thromboprophylaxie doit donc être introduite précocement et de façon prolongée.

#### ○ Saignement postopératoire et hématome de moignon



De 2 à 9 % des patients présenteront un saignement postopératoire qui nécessitera une reprise chirurgicale. L'hématome du moignon peut aboutir à une désunion de cicatrice et une reprise pour évacuation [28].

- Complications infectieuses

Une incidence d'infections profondes variant de 6 à 18 % est rapportée dans la littérature. L'utilisation d'un cathéter périmerveux, la durée de l'opération n'influencent pas le taux d'infections [58]. En revanche le terrain du patient, la présence d'un drain, la fermeture par agrafes semblent être des facteurs de risque [28,58,59].

- Reprise pour réamputation

Le risque de reprise pour réamputation plus proximale est inversement proportionnel au niveau initial de l'amputation. Les principaux facteurs de risque de reprise sont : le diabète, un tabagisme actif, un choc septique préopératoire [60].

- Positions vicieuses et contractures

Les positions vicieuses et les contractures postopératoires limitent l'appareillage. Elles concernent 3 à 5 % des patients.

- Retentissement psychologique

L'inconfort social et l'anxiété liés à l'image corporelle modifiée sont deux éléments les plus fréquemment retrouvés en post-amputation et participent à la perte d'activité et à la dépression. La dépression et l'état de stress post-traumatique sont les deux principaux retentissements psychologiques sévères qui font suite à un geste d'amputation [34]. Les facteurs protecteurs associés à un meilleur ajustement face à la situation sont : un entourage social favorable, un appareillage précoce réussi, un haut niveau de coping, un niveau d'amputation distal et un faible niveau de douleurs chroniques (douleurs de moignons ou douleurs de membre fantôme) [61]. Les facteurs de risque associés à un fort retentissement psychologique postopératoire sont : une anxiété préopératoire importante et une activité physique conservée en préopératoire [62]. Une prise en charge psychosociale est initiée dès la

phase préhospitalière et hospitalière précoce par une approche empathique des intervenants médicaux puis poursuivie dans le programme de réhabilitation pluridisciplinaire. La phase aiguë passée, une équipe pluridisciplinaire composée du chirurgien, de l'anesthésiste-réanimateur, du médecin MPR et du psychologue suivra le patient.

- Les douleurs postopératoires

C'est un enjeu majeur de la prise en charge, elles feront donc l'objet d'un chapitre dédié.

## **Les douleurs postopératoires**

### Généralités

La douleur postopératoire de chirurgie d'amputation présente une double composante : nociceptive et neuropathique. Il en résulte un syndrome douloureux complexe, polyfactoriel et donc difficile à prendre en charge, notamment chez les patients vasculaires déjà polymédiqués. Une prise en charge inadaptée de la douleur à la phase aiguë va limiter la récupération fonctionnelle et psychologique, et prédisposer aux douleurs chroniques.

On identifie classiquement 3 familles de douleurs au décours d'une amputation :

- Les douleurs de moignon

En post-opératoire d'une chirurgie d'amputation, comme dans toutes chirurgies, la cicatrice est pourvoyeuse de douleur. Cette dernière est classifiée comme sévère [63]. Elle présente une composante mixte : principalement nociceptive due aux lésions tissulaires infligées lors de la chirurgie, mais également une part neuropathique due au traumatisme direct infligé aux nerfs. Elle impacte 57 % des amputés à J8 [63]. Ces douleurs aiguës sont la plupart du temps résolutive dans les semaines qui suivent l'amputation, mais 20 % des patients présenteront une douleur persistante du site opératoire à 6 mois. Cette pérennisation doit faire éliminer trois étiologies :

- L'infection du site opératoire.
- L'ossification hétérotopique avec dépôts de calcium dans les tissus mous.
- La présence de névromes qui sont dus à la réaction inflammatoire périnerveuse faisant suite à la section du nerf. Cette réaction entraîne un développement aberrant de terminaisons libres des fibres nociceptives A delta et C en périphérie. Les seuils d'activation des nocicepteurs périphériques vont diminuer, des décharges spontanées vont être émises ce qui va aboutir à de l'allodynie et de l'hyperalgésie. Les névromes

mettent du temps à se développer et ne sont habituellement pas diagnostiqués en post-opératoire immédiat, mais sont générateurs de douleurs chroniques [64].

- Les douleurs de membre fantôme

Décrites pour la première fois par Ambroise Paré au 16<sup>ème</sup> siècle, ce sont les douleurs les plus décrites en post-opératoire d'amputation. Elles touchent 80 % des amputés à J7 post-opératoire et près de 70 % les ressentent encore à 6 mois [63,65,66]. L'histoire naturelle de ces douleurs est incomprise et l'évolution propre à chaque patient. Les facteurs prédisposants sont une douleur sévère préopératoire, une amputation bilatérale, des douleurs de moignons en postopératoire ainsi que les reprises chirurgicales multiples. Elles sont habituellement décrites comme des douleurs dans l'extrémité distale du membre amputé à type de brûlures ou de crampes, généralement paroxystiques avec des crises pouvant durer de quelques secondes à plusieurs heures. Il est rare que la douleur persiste tout au long de la journée. Elles peuvent être associées à des sensations de membre fantôme à type de paresthésies ou de démangeaisons. La physiopathologie de ce type de douleur est incomplètement élucidée, mais fait intervenir tous les niveaux de la chaîne nociceptive : nerfs périphériques, corne postérieure de la moelle épinière, cortex somatosensoriel. Concernant la prise en charge antalgique, les opioïdes n'ont probablement pas leur place dans la prise en charge des douleurs de membre fantôme, qu'elles soient aiguës ou chroniques. Les tricycliques sont à éviter notamment chez les patients polyvasculaires, du fait des nombreuses comorbidités. Les thérapeutiques pouvant être efficaces sont : l'anesthésie locorégionale avec une possible association à des alpha-2-agonistes tels que la clonidine, et à des corticoïdes tels que la dexaméthasone par voie périnerveuse, associée à un traitement systémique par antagoniste NMDA tel que la kétamine. Toutefois, aucune de ces thérapeutiques isolées ne bénéficie d'un niveau de preuve suffisant [66]. La recherche en cours sur l'efficacité de la réalité virtuelle sur ce type de douleurs offre des perspectives intéressantes [67].

- Les douleurs lombaires

Leur prévalence est plus importante chez les amputés que dans la population générale. Elles sont multifactorielles et dues à des facteurs mécaniques qui se développent après une amputation unilatérale. L'impact fonctionnel et la limitation des activités physiques peuvent être combattues à l'aide d'un kinésithérapeute par des exercices, du renforcement et des règles hygiéno-diététiques [68].

## Dépistage précoce des douleurs neuropathiques

Le dépistage précoce postopératoire par le clinicien des douleurs neuropathiques doit se faire au moyen du score DN4 (Figure 7). Un score supérieur ou égal à 4/10 est positif avec une sensibilité de 83 % et une spécificité de 90 % [69].

<b>Questionnaire DN4</b>		
<b>Un outil simple pour rechercher les douleurs neuropathiques</b>		
Pour estimer la probabilité d'une douleur neuropathique, le patient doit répondre à chaque item des 4 questions ci dessous par « oui » ou « non ».		
<b>QUESTION 1 : la douleur présente-t-elle une ou plusieurs des caractéristiques suivantes ?</b>		
	<b>Oui</b>	<b>Non</b>
1. Brûlure	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. Sensation de froid douloureux	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. Décharges électriques	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>QUESTION 2 : la douleur est-elle associée dans la même région à un ou plusieurs des symptômes suivants ?</b>		
	<b>Oui</b>	<b>Non</b>
4. Fourmillements	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5. Picotements	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6. Engourdissements	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7. Démangeaisons	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>QUESTION 3 : la douleur est-elle localisée dans un territoire où l'examen met en évidence :</b>		
	<b>Oui</b>	<b>Non</b>
8. Hypoesthésie au tact	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9. Hypoesthésie à la piqûre	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>QUESTION 4 : la douleur est-elle provoquée ou augmentée par :</b>		
	<b>Oui</b>	<b>Non</b>
10. Le frottement	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>OUI = 1 point</b>	<b>NON = 0 point</b>	<b>Score du Patient : /10</b>

Figure 5 : Score DN4 © SFETD (Société Française d'Etude et traitement de la douleur) d'après Bouhassira D et al. Pain 2004 [69]

### Prise en charge de la douleur

#### ○ Antalgiques classiques

La délivrance d'opioïdes systémiques, par PCA (Patient-controlled analgesia), par patch ou forme orale, est une des prises en charge de la douleur les plus courantes en post-opératoire de chirurgie d'amputation. Elle doit être associée à des co-antalgiques : paracétamol, néfopam, anti-inflammatoires non stéroïdiens en fonction des contre-indications propres aux patients et suivant les recommandations de prise en charge de la douleur post-opératoire [37,70].

#### ○ Anti-hyperalgésiques

Les traitements précédents peuvent être associés à des médicaments anti-hyperalgésiques tels qu'une perfusion intraveineuse post-opératoire de kétamine à faibles doses 0.1 à 0.5mg/kg/h

(15 mg/h dans certains articles) [71]. Les gabapentinoïdes, dernièrement remis en cause [72,73] du fait d'une utilisation trop large, ont toutefois montré leurs bénéfices certains dans la névralgie post-zostérienne ainsi que la névralgie diabétique [74], et doivent être utilisés en post-amputation [37].

La gabapentine, donnée en prémédication, peut être continuée en post-opératoire. Elle sera réintroduite à J1 à 100 mg trois fois par jour, augmentée à 300 mg trois fois par jour à J4 puis possibilité d'une nouvelle augmentation à 600 mg trois fois par jour à J7 si inefficace. La dose maximale est de 3600 mg/j. La prégabaline est également un traitement de première ligne dans la prise en charge des douleurs neuropathiques. Elle peut être débutée à des posologies variant de 75 mg deux fois par jour, adaptée à la fonction rénale et à l'état général du patient (50 mg x 2/jour chez le sujet de plus de 65 ans). À 7 jours de l'introduction, la posologie est à doubler avec l'instauration de deux prises quotidiennes. Les posologies efficaces varient de 300 à 600 mg par jour [74]. Elle présenterait plus d'effets secondaires que la gabapentine [75].

- Anesthésie régionale et locorégionale

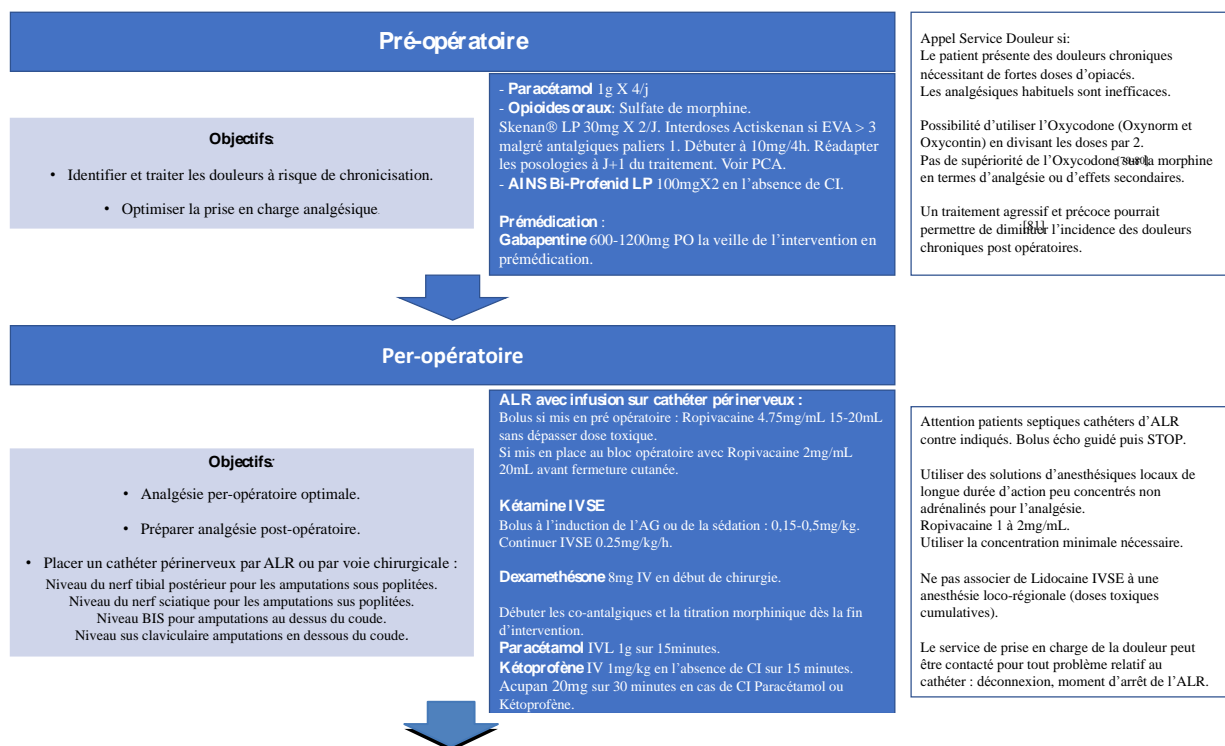
L'ALR, du fait du développement de l'échographie, est une technique particulièrement sûre et efficace. Ses intérêts et ses limites ont été abordés dans le per-opératoire et ne seront pas revus ici. Pour les amputations transfémorales, les contingents sciatiques et fémoraux doivent être bloqués pour l'analgésie, tandis que dans l'amputation transtibiale, le contingent sciatique voire tibial seul est dans la majorité des cas suffisant. La mise en place d'un cathéter périnerveux paraît indiqué dans ce type de chirurgie avec une douleur sévère postopératoire supérieure à 24 heures [76]. Si l'introduction d'un cathéter périnerveux n'est pas possible en préopératoire, il peut être utile de demander un placement peropératoire par le chirurgien sous contrôle de la vue. Ce geste n'est pas rapporté comme étant à risque infectieux [58].

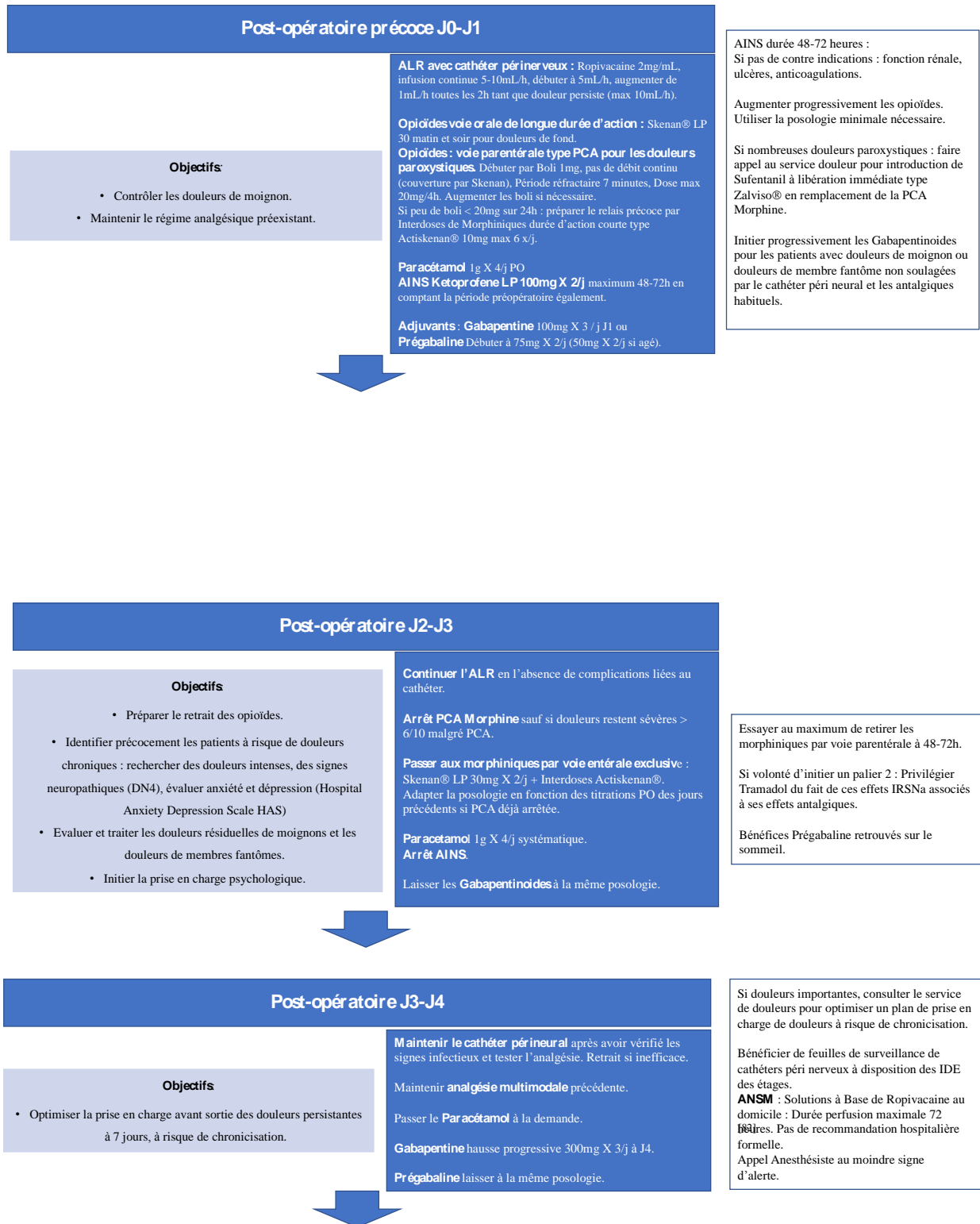
Les protocoles actuellement utilisés comportent un bolus préopératoire (ropivacaïne 4.75 mg/mL 15 cc sans dépasser les doses toxiques propres au patient) ou postopératoire suivant le lieu d'instauration de l'ALR, suivi d'une perfusion continue de ropivacaïne 2 mg/mL au moyen d'un infuseur élastométrique. Le débit continu permet d'éviter l'occlusion du cathéter, des débits continus de 5 à 10 mL/h sont recommandés. Si plusieurs cathéters sont utilisés, on adaptera en fonction les posologies en privilégiant les territoires les plus nociceptifs.

Une méta-analyse récente ne retrouve pas de bénéfice en faveur de l'ALR, hormis pour la baisse de la consommation d'opioïdes [76] ; un essai clinique est en cours pour évaluer précisément la place de l'ALR en post-opératoire dans ce type de chirurgie [77].

○ Synthèse

Au regard de la littérature et du partage d'expérience, nous proposons un protocole inspiré et adapté des recommandations de la SFAR sur la prise en charge de la douleur postopératoire et du protocole de De Jong et al. concernant la chirurgie d'amputation [37,78]. Le protocole reste une trame qu'il convient d'adapter à l'expérience du praticien ainsi qu'aux procédures locales (Figure 6).





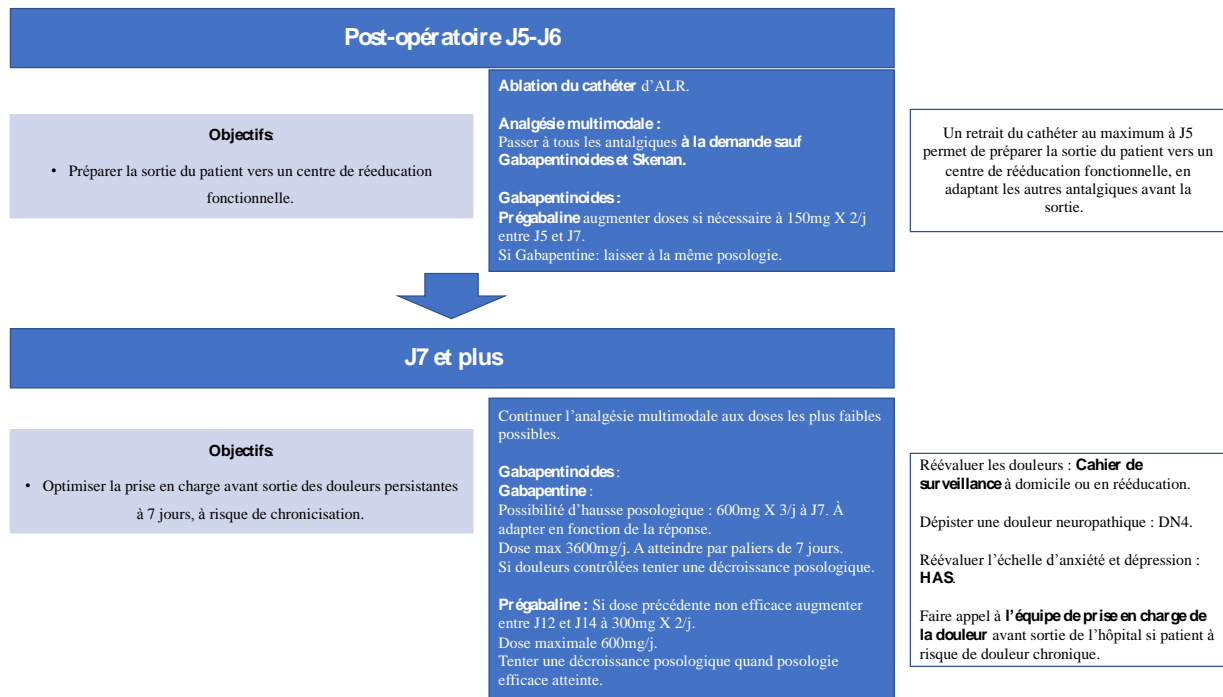


Figure 6 : Proposition de protocole pour prise en charge des douleurs pré per et post-opératoire d'une chirurgie d'amputation en urgence. [37,78-82]

## Le pronostic a long terme

### Devenir des patients vasculaires

La durée de séjour médiane en post-opératoire des patients pris en charge en urgence est de 21 jours. À titre indicatif, pour une chirurgie programmée, cette médiane est de 8 jours. Tandis que 57 % des patients sont indépendants dans les actes de la vie quotidienne à leur entrée à l'hôpital, seuls 14 % des patients sortent indépendants [83]. Concernant le pronostic vital, dans la littérature la plus récente sur le sujet, chez le patient amputé pour étiologie vasculaire ou liée au diabète, la mortalité à 1, 2 et 3 ans est respectivement de 48 %, 61 % et 71 %. Plus de deux tiers de ces patients seront décédés à 3 ans en post-amputation. Les comorbidités qui impactent le pronostic sont la maladie coronarienne, l'atteinte cérébrovasculaire, la dysfonction rénale, un score ASA supérieur ou égal à 4, les troubles cognitifs et l'absence de déambulation en préopératoire [84].

Le pronostic fonctionnel postopératoire va dépendre du statut fonctionnel du patient préopératoire, des comorbidités et du niveau d'amputation. Une amputation d'orteils ou transmétatarsienne permettra, au moyen d'orthèses et de chaussures adaptées, la reprise de la déambulation pour la plupart des patients [85]. Pour les amputations majeures de causes



vasculaires, seulement 25 % des patients reprendront une déambulation appareillée en dehors de leur domicile. Ce pronostic sera influencé par : l'absence de déambulation préopératoire, l'amputation sus-poplitée, l'âge, le statut cognitif, les comorbidités rénales et coronariennes [83,86].

### Devenir des patients traumatisés

L'expérience des conflits armés montre que l'amputation majeure précoce de membres inférieurs chez le traumatisé peut parfois offrir de meilleurs résultats fonctionnels sur le long terme qu'un sauvetage de membre ou qu'une amputation secondaire [87,88]. Le pronostic psychologique quant à lui ne paraît pas différer [88]. Des études similaires chez les traumatisés civils en contexte d'attentat ou d'accident de deux roues sont en cours.

Concernant le membre supérieur, la réimplantation après une amputation majeure de membre supérieur est viable dans 77 à 93 % des cas [89–92]. La réimplantation de membres supérieurs offrirait un pronostic fonctionnel, subjectif, favorable à long terme et entraînerait un bénéfice psychologique, ce qui en fait une option de choix dans une population sélectionnée [93].

### **Conclusion**

Les causes vasculaires et traumatiques sont les deux principales étiologies d'amputations en urgence. La prise en charge, bien que similaire sur de nombreux points, diffère en raison du contexte et du profil du patient. La prise en charge peropératoire reste techniquement simple. Il n'est à l'heure actuelle pas possible de démontrer la supériorité d'un type d'anesthésie pour cette chirurgie. De nombreuses équipes privilégient une anesthésie locorégionale associée à une sédation chez le patient vasculaire, et ce d'autant que l'amputation est distale. Ils préfèrent en revanche une anesthésie générale chez le patient traumatisé jeune, devant la brutalité des événements et le retentissement psychologique du geste. La douleur postopératoire, complication commune aux deux entités nosologiques, va influencer sur le pronostic de récupération fonctionnelle et psychologique à long terme. Identifier précocement les patients à risque de douleurs chroniques postopératoires, considérer une approche pluridisciplinaire, pratiquer une analgésie multimodale précoce, utiliser des gabapentinoïdes et initier une rééducation et une prise en charge psychologique précoces semblent être les points clés et les grandes lignes à suivre pour optimiser le parcours du patient en postopératoire d'une chirurgie d'amputation en urgence.

## Références

- [1] Antoine Camilleri, Jean Yves Larivière, Philippe Anract, Gilles Missenard, Domenico Ménager. Amputations et désarticulations des membres : Membre inférieur. Tech Chir - Orthopédie-Traumatol 2000.
- [2] Norgren L, Hiatt WR, Dormandy JA, Nehler MR, Harris KA, Fowkes FGR. Inter-Society Consensus for the Management of Peripheral Arterial Disease (TASC II). J Vasc Surg 2007;45:S5–67.
- [3] Netgen. Amputations du membre inférieur : indications, bilan et complications. Rev Médicale Suisse n.d. <https://www.revmed.ch/RMS/2014/RMS-N-455/Amputations-du-membre-inferieur-indications-bilan-et-complications>.
- [4] Ziegler-Graham K, MacKenzie EJ, Ephraim PL, Trivison TG, Brookmeyer R. Estimating the Prevalence of Limb Loss in the United States: 2005 to 2050. Arch Phys Med Rehabil 2008;89:422–9.
- [5] Oliveira Y-S, Iba Ba J, Nsame D, Mba Angoue J-M, Lebane A, Minooe Saberi K, et al. Les causes d’amputations des membres inférieurs en rééducation : impact de l’insuffisance artérielle et du diabète. J Réadapt Médicale Prat Form En Médecine Phys Réadapt 2013;33:122–6.
- [6] Østlie K, Skjeldal OH, Garfelt B, Magnus P. Adult acquired major upper limb amputation in Norway: prevalence, demographic features and amputation specific features. A population-based survey. Disabil Rehabil 2011;33:1636–49.
- [7] Talbot P. Prothèses de membres supérieurs - La Renaissance Sanitaire. Fond Renaiss Sanit 2017.
- [8] Pomares G, Detammaecker R, Montoya-Faivre D, Dap F, Dautel G. Les amputations du membre supérieur : retour sur dix années d’expérience d’un SOS mains. Hand Surg Rehabil 2016;35:435.
- [9] Paxton JH, Knuth TE, Klausner HA. Proximal humerus intraosseous infusion: a preferred emergency venous access. J Trauma 2009;67:606–11.
- [10] Gendron B, Cronin A, Monti J, Brigg A. Military Medic Performance with Employment of a Commercial Intraosseous Infusion Device: A Randomized, Crossover Study. Mil Med 2018;183:e216–22.
- [11] Puga T, Montez D, Philbeck T, Davlantes C. 263: ADEQUACY OF INTRAOSSEOUS VASCULAR ACCESS INSERTION SITES FOR HIGH-VOLUME FLUID INFUSION. Crit Care Med 2016;44:143.
- [12] Philbeck TE, Miller LJ, Montez D, Puga T. Hurts so good. Easing IO pain and pressure. JEMS J Emerg Med Serv 2010;35:58–62, 65–6, 68; quiz 69.
- [13] Kovar J, Gillum L. Alternate route: the humerus bone - a viable option for IO access. JEMS J Emerg Med Serv 2010;35:52–9.
- [14] Feder A, Parides MK, Murrrough JW, Perez AM, Morgan JE, Saxena S, et al. Efficacy of intravenous ketamine for treatment of chronic posttraumatic stress disorder: a randomized clinical trial. JAMA Psychiatry 2014;71:681–8.

- [15] Liriano F, Hatten C, Schwartz TL. Ketamine as treatment for post-traumatic stress disorder: a review. *Drugs Context* 2019;8:212305.
- [16] Svenson JE, Abernathy MK. Ketamine for prehospital use: new look at an old drug. *Am J Emerg Med* 2007;25:977–80.
- [17] Lockey DJ, Crewdson K, Davies G, Jenkins B, Klein J, Laird C, et al. AAGBI: Safer pre- hospital anaesthesia 2017. *Anaesthesia* 2017;72:379–90.
- [18] Dubecq C. Intérêt de la kétamine intra-nasale dans le traitement de la douleur aigue du blessé traumatique. *Médecine Armées Rev Serv Santé Armées Doss Journ Internes Assist – SFMA Tome 46 - 2 Numéro 2 - Avril 2018 ISSN 0300-4937 n.d.:143–50.*
- [19] Lemoel F, Contenti J, Cibiera C, Rapp J, Occelli C, Levraut J. Intranasal sufentanil given in the emergency department triage zone for severe acute traumatic pain: a randomized double-blind controlled trial. *Intern Emerg Med* 2019;14:571–9.
- [20] King DR, Larentzakis A, Ramly EP, Boston Trauma Collaborative. Tourniquet use at the Boston Marathon bombing: Lost in translation. *J Trauma Acute Care Surg* 2015;78:594–9.
- [21] Schroll R, Smith A, McSwain NE, Myers J, Rocchi K, Inaba K, et al. A multi-institutional analysis of prehospital tourniquet use. *J Trauma Acute Care Surg* 2015;79:10–4; discussion 14.
- [22] Recommandations sur la réanimation du choc hémorragique - La SFAR. Société Fr D'Anesthésie Réanimation 2015. <https://sfar.org/recommandations-sur-la-reanimation-du-choc-hemorragique>.
- [23] Alarhayem AQ, Cohn SM, Cantu-Nunez O, Eastridge BJ, Rasmussen TE. Impact of time to repair on outcomes in patients with lower extremity arterial injuries. *J Vasc Surg* 2019;69:1519–23.
- [24] Charles C, Gafni A, Whelan T. Shared decision-making in the medical encounter: what does it mean? (or it takes at least two to tango). *Soc Sci Med* 1997;44:681–92.
- [25] Kristensen SD, Knuuti J, Saraste A, Anker S, Bøtker HE, Hert SD, et al. 2014 ESC/ESA Guidelines on non-cardiac surgery: cardiovascular assessment and management: The Joint Task Force on non-cardiac surgery: cardiovascular assessment and management of the European Society of Cardiology (ESC) and the European Society of Anaesthesiology (ESA). *Eur Heart J* 2014;35:2383–431.
- [26] Fleisher Lee A., Fleischmann Kirsten E., Auerbach Andrew D., Barnason Susan A., Beckman Joshua A., Bozkurt Biykem, et al. 2014 ACC/AHA Guideline on Perioperative Cardiovascular Evaluation and Management of Patients Undergoing Noncardiac Surgery. *Circulation* 2014;130:e278–333.
- [27] Lee TH, Marcantonio ER, Mangione CM, Thomas EJ, Polanczyk CA, Cook EF, et al. Derivation and prospective validation of a simple index for prediction of cardiac risk of major noncardiac surgery. *Circulation* 1999;100:1043–9.
- [28] Aulivola B, Hile CN, Hamdan AD, Sheahan MG, Veraldi JR, Skillman JJ, et al. Major lower extremity amputation: outcome of a modern series. *Arch Surg Chic Ill* 1960

2004;139:395–9; discussion 399.

[29] Dickhaut SC, DeLee JC, Page CP. Nutritional status: importance in predicting wound-healing after amputation. *J Bone Joint Surg Am* 1984;66:71–5.

[30] Jensen PS, Green SM, Petersen J, Andersen O, Poulsen I. Perceptions and experiences of nutritional care following the overwhelming experience of lower extremity amputation: A qualitative study. *J Clin Nurs* 2018;27:e808–19.

[31] Dormandy J, Heeck L, Vig S. Major amputations: clinical patterns and predictors. *Semin Vasc Surg* 1999;12:154–61.

[32] Andrews KL, Dib MY, Shives TC, Hoskin TL, Liedl DA, Boon AJ. Noninvasive arterial studies including transcutaneous oxygen pressure measurements with the limbs elevated or dependent to predict healing after partial foot amputation. *Am J Phys Med Rehabil* 2013;92:385–92.

[33] Vemulapalli S, Greiner MA, Jones WS, Patel MR, Hernandez AF, Curtis LH. Peripheral arterial testing before lower extremity amputation among Medicare beneficiaries, 2000 to 2010. *Circ Cardiovasc Qual Outcomes* 2014;7:142–50.

[34] Bennett J. Limb loss: The unspoken psychological aspect. *J Vasc Nurs* 2016;34:128–30.

[35] Mckechnie PS, John A. Anxiety and depression following traumatic limb amputation: A systematic review. *Injury* 2014;45:1859–66.

[36] Bhuvaneshwar CG, Epstein LA, Stern TA. Reactions to Amputation: Recognition and Treatment. *Prim Care Companion J Clin Psychiatry* 2007;9:303–8.

[37] Réactualisation de la recommandation sur la douleur postopératoire - La SFAR. Société Fr D'Anesthésie Réanimation 2016. <https://sfar.org/reactualisation-de-la-recommandation-sur-la-douleur-postoperatoire/>

[38] Bowrey S, Naylor H, Russell P, Thompson J. Development of a scoring tool (BLARt score) to predict functional outcome in lower limb amputees. *Disabil Rehabil* 2019;41:2324–32.

[39] Sessler DI. Long-term consequences of anesthetic management. *Anesthesiology* 2009;111:1–4.

[40] Richman JM, Liu SS, Courpas G, Wong R, Rowlingson AJ, McGready J, et al. Does continuous peripheral nerve block provide superior pain control to opioids? A meta-analysis. *Anesth Analg* 2006;102:248–57.

[41] Mann R a. M, Bisset WIK. Anaesthesia for lower limb amputation. *Anaesthesia* 1983;38:1185–91.

[42] Khan SA, Qianyi RL, Liu C, Ng EL, Fook-Chong S, Tan MGE. Effect of anaesthetic technique on mortality following major lower extremity amputation: a propensity score-matched observational study. *Anaesthesia* 2013;68:612–20.

[43] Chery J, Semaan E, Darji S, Briggs WT, Yarmush J, D'Ayala M. Impact of regional versus general anesthesia on the clinical outcomes of patients undergoing major lower

extremity amputation. *Ann Vasc Surg* 2014;28:1149–56.

[44] Pisansky AJB, Brovman EY, Kuo C, Kaye AD, Urman RD. Perioperative Outcomes after Regional Versus General Anesthesia for Above the Knee Amputations. *Ann Vasc Surg* 2018;48:53–66.

[45] Malik O, Brovman EY, Urman RD. The Use of Regional or Neuraxial Anesthesia for Below-Knee Amputations May Reduce the Need for Perioperative Blood Transfusions. *Reg Anesth Pain Med* 2018;43:25–35.

[46] Lin R, Hingorani A, Marks N, Ascher E, Jimenez R, McIntyre T, et al. Effects of anesthesia versus regional nerve block on major leg amputation mortality rate. *Vascular* 2013;21:83–6.

[47] Moreira CC, Farber A, Kalish JA, Eslami MH, Didato S, Rybin D, et al. The effect of anesthesia type on major lower extremity amputation in functionally impaired elderly patients. *J Vasc Surg* 2016;63:696–701.

[48] Chandran R, Beh ZY, Tsai FC, Kuruppu SD, Lim JY. Peripheral nerve blocks for above knee amputation in high-risk patients. *J Anaesthesiol Clin Pharmacol* 2018;34:458.

[49] Choquet O, Zetlaoui PJ. Techniques d'anesthésie régionale périphérique du membre inférieur. *Datatraitesan36-57405* 2014.

[50] Tisi PV, Than MM. Type of incision for below knee amputation. *Cochrane Database Syst Rev* 2014.

[51] Geertzen J, van der Linde H, Rosenbrand K, Conradi M, Deckers J, Koning J, et al. Dutch evidence-based guidelines for amputation and prosthetics of the lower extremity: Amputation surgery and postoperative management. Part 1. *Prosthet Orthot Int* 2015;39:351–60.

[52] Antibio prophylaxie en chirurgie et médecine interventionnelle (patients adultes) - La SFAR. Société Fr D'Anesthésie Réanimation 2018. <https://sfar.org/antibio prophylaxie-en-chirurgie-et-medecine-interventionnelle-patients-adultes-2017/>

[53] Bueno RA, Neumeister MW. Outcomes after mutilating hand injuries: review of the literature and recommendations for assessment. *Hand Clin* 2003;19:193–204.

[54] Harper DR, Dhall DP, Woodruff PW. Prophylaxis in iliofemoral venous thrombosis. The major amputee as a clinical research model. *Br J Surg* 1973;60:831.

[55] Yeager RA, Moneta GL, Edwards JM, Taylor LM, McConnell DB, Porter JM. Deep vein thrombosis associated with lower extremity amputation. *J Vasc Surg* 1995;22:612–5.

[56] Lastória S, Rollo HA, Yoshida WB, Giannini M, Moura R, Maffei FHA. Prophylaxis of deep-vein thrombosis after lower extremity amputation: Comparison of low molecular weight heparin with unfractionated heparin. *Acta Cir Bras* 2006;21:184–6.

[57] Matiello MF, Presti C, Casella IB, Netto BM, Puech-Leão P. Incidence of ipsilateral postoperative deep venous thrombosis in the amputated lower extremity of patients with peripheral obstructive arterial disease. *J Vasc Surg* 2008;48:1514–9.

- [58] Coulston JE, Tuff V, Twine CP, Chester JF, Evers PS, Stewart AHR. Surgical factors in the prevention of infection following major lower limb amputation. *Eur J Vasc Endovasc Surg Off J Eur Soc Vasc Surg* 2012;43:556–60.
- [59] Low EE, Inkellis E, Morshed S. Complications and revision amputation following trauma-related lower limb loss. *Injury* 2017;48:364–70.
- [60] O'Brien PJ, Cox MW, Shortell CK, Scarborough JE. Risk factors for early failure of surgical amputations: an analysis of 8,878 isolated lower extremity amputation procedures. *J Am Coll Surg* 2013;216:836–42; discussion 842-844.
- [61] Horgan O, MacLachlan M. Psychosocial adjustment to lower-limb amputation: a review. *Disabil Rehabil* 2004;26:837–50.
- [62] Pedras S, Vilhena E, Carvalho R, Pereira MG. Psychosocial adjustment to a lower limb amputation ten months after surgery. *Rehabil Psychol* 2018;63:418–30.
- [63] 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* 1983;17:243–56.
- [64] Penna A, Konstantatos AH, Cranwell W, Paul E, Bruscano-Raiola F-R. Incidence and associations of painful neuroma in a contemporary cohort of lower-limb amputees. *ANZ J Surg* 2018;88:491–6.
- [65] Carlen PL, Wall PD, Nadvorna H, Steinbach T. Phantom limbs and related phenomena in recent traumatic amputations. *Neurology* 1978;28:211–7.
- [66] Ahuja V, Thapa D, Ghai B. Strategies for prevention of lower limb post-amputation pain: A clinical narrative review. *J Anaesthesiol Clin Pharmacol* 2018;34:439–49.
- [67] Dunn J, Yeo E, Moghaddampour P, Chau B, Humbert S. Virtual and augmented reality in the treatment of phantom limb pain: A literature review. *NeuroRehabilitation* 2017;40:595–601.
- [68] Wasser JG, Vincent KR, Herman DC, Vincent HK. Potential lower extremity amputation-induced mechanisms of chronic low back pain: role for focused resistance exercise. *Disabil Rehabil* 2019:1–9.
- [69] Bouhassira D, Attal N, Fermanian J, Alchaar H, Gautron M, Masquelier E, et al. Development and validation of the Neuropathic Pain Symptom Inventory. *Pain* 2004;108:248–57.
- [70] Martinez V, Beloeil H, Marret E, Fletcher D, Ravaud P, Trinquart L. Non-opioid analgesics in adults after major surgery: systematic review with network meta-analysis of randomized trials. *Br J Anaesth* 2017;118:22–31.
- [71] Schwenk ES, Viscusi ER, Buvanendran A, Hurley RW, Wasan AD, Narouze S, et al. Consensus Guidelines on the Use of Intravenous Ketamine Infusions for Acute Pain Management From the American Society of Regional Anesthesia and Pain Medicine, the American Academy of Pain Medicine, and the American Society of Anesthesiologists. *Reg Anesth Pain Med* 2018;43:456–66.
- [72] Chaparro LE, Smith SA, Moore RA, Wiffen PJ, Gilron I. Pharmacotherapy for the prevention of chronic pain after surgery in adults. *Cochrane Database Syst. Rev.*, John Wiley

& Sons, Ltd; 2013.

[73] Martinez V, Pichard X, Fletcher D. Perioperative pregabalin administration does not prevent chronic postoperative pain: systematic review with a meta-analysis of randomized trials. *Pain* 2017;158:775–83.

[74] Derry S, Bell RF, Straube S, Wiffen PJ, Aldington D, Moore RA. Pregabalin for neuropathic pain in adults. *Cochrane Database Syst Rev* 2019.

[75] Baftiu A, Lima MH, Svendsen K, Larsson PG, Johannessen SI, Landmark CJ. Safety aspects of antiepileptic drugs-a population-based study of adverse effects relative to changes in utilisation. *Eur J Clin Pharmacol* 2019;75:1153–60.

[76] Bosanquet DC, Glasbey JCD, Stimpson A, Williams IM, Twine CP. Systematic review and meta-analysis of the efficacy of perineural local anaesthetic catheters after major lower limb amputation. *Eur J Vasc Endovasc Surg Off J Eur Soc Vasc Surg* 2015;50:241–9.

[77] Bosanquet DC, Ambler GK, Waldron C-A, Thomas-Jones E, Brookes-Howell L, Kelson M, et al. Perineural local anaesthetic catheter after major lower limb amputation trial (PLACEMENT): study protocol for a randomised controlled pilot study. *Trials* 2017;18.

[78] De Jong R, Shysh AJ. Development of a Multimodal Analgesia Protocol for Perioperative Acute Pain Management for Lower Limb Amputation. *Pain Res Manag* 2018;2018.

[79] Schmidt-Hansen M, Bennett MI, Arnold S, Bromham N, Hilgart JS. Oxycodone for cancer-related pain. *Cochrane Database Syst Rev* 2017;8:CD003870.

[80] Corli O, Floriani I, Roberto A, Montanari M, Galli F, Greco MT, et al. Are strong opioids equally effective and safe in the treatment of chronic cancer pain? A multicenter randomized phase IV “real life” trial on the variability of response to opioids. *Ann Oncol Off J Eur Soc Med Oncol* 2016;27:1107–15.

[81] Hanley MA, Jensen MP, Smith DG, Ehde DM, Edwards WT, Robinson LR. Pre-amputation pain and acute pain predict chronic pain after lower extremity amputation. *J Pain Off J Am Pain Soc* 2007;8:102–9.

[82] ANSM : Agence nationale de sécurité du médicament et des produits de santé. Solutions à Base de Ropivacaine au domicile, [https://ansm.sante.fr/var/ansm\\_site/storage/original/application/e987e318a5ee00d2f41ff6ef63c1969a.pdf](https://ansm.sante.fr/var/ansm_site/storage/original/application/e987e318a5ee00d2f41ff6ef63c1969a.pdf)

[83] Whittaker JD, Tullett R, Patel N, Newman J, Garnham A, Wall M. Short-term Mortality, Morbidity and Recovery Milestones after Major Lower Limb Amputation: a Prospective Evaluation of Outcomes in a Tertiary Center. *Ann Vasc Surg* 2019;56:261–73.

[84] Stern JR, Wong CK, Yerovinkina M, Spindler SJ, See AS, Panjaki S, et al. A Meta-analysis of Long-term Mortality and Associated Risk Factors following Lower Extremity Amputation. *Ann Vasc Surg* 2017;42:322–7..

[85] Blume P, Salonga C, Garbalosa J, Pierre-Paul D, Key J, Gahtan V, et al. Predictors for the healing of transmetatarsal amputations: retrospective study of 91 amputations. *Vascular* 2007;15:126–33.

- [86] Taylor SM, Kalbaugh CA, Blackhurst DW, Hamontree SE, Cull DL, Messich HS, et al. Preoperative clinical factors predict postoperative functional outcomes after major lower limb amputation: an analysis of 553 consecutive patients. *J Vasc Surg* 2005;42:227–35.
- [87] Doukas WC, Hayda RA, Frisch HM, Andersen RC, Mazurek MT, Ficke JR, et al. The Military Extremity Trauma Amputation/Limb Salvage (METALS) study: outcomes of amputation versus limb salvage following major lower-extremity trauma. *J Bone Joint Surg Am* 2013;95:138–45.
- [88] Ladlow P, Phillip R, Coppack R, Etherington J, Bilzon J, McGuigan MP, et al. Influence of Immediate and Delayed Lower-Limb Amputation Compared with Lower-Limb Salvage on Functional and Mental Health Outcomes Post-Rehabilitation in the U.K. Military. *J Bone Joint Surg Am* 2016;98:1996–2005.
- [89] Graham B, Adkins P, Tsai TM, Firrell J, Breidenbach WC. Major replantation versus revision amputation and prosthetic fitting in the upper extremity: a late functional outcomes study. *J Hand Surg* 1998;23:783–91.
- [90] Laing TA, Cassell O, O'Donovan D, Eadie P. Long term functional results from major limb replantations. *J Plast Reconstr Aesthetic Surg JPRAS* 2012;65:931–4.
- [91] Gulgonen A, Ozer K. Long-term results of major upper extremity replantations. *J Hand Surg Eur Vol* 2012;37:225–32.
- [92] Axelrod TS, Buchler U. Severe complex injuries to the upper extremity: revascularization and replantation. *J Hand Surg* 1991;16:574–84.
- [93] Mattiassich G, Rittenschober F, Dorninger L, Rois J, Mittermayr R, Ortmaier R, et al. Long-term outcome following upper extremity replantation after major traumatic amputation. *BMC Musculoskelet Disord* 2017;18:77.