



Recommandations Formalisées d'Experts

« Prise en charge des patients présentant un traumatisme sévère de membre(s) »

GUIDELINES FOR THE ACUTE CARE OF SEVERE LIMB TRAUMA PATIENTS

2020

RFE commune SFAR - SFMU

en association avec : SOFCOT, SCVE et le SSA

Société française d'anesthésie et de réanimation (SFAR)

Société française de médecine d'urgence (SFMU)

Société française de chirurgie orthopédique et traumatologique (SOFCOT)

Société de chirurgie vasculaire et endovasculaire de langue française (SCVE)

Service de santé des armées (SSA)

Texte validé par le comité des référentiels cliniques (16/06/2020), le conseil d'administration de la SFAR (25/08/2020) et le conseil d'administration de la SFMU (15/09/2020)

Auteurs : J Pottecher, H Lefort, P Adam, O Barbier, P Bouzat, J Charbit, M Galinski, D Garrigue, T Gauss, Y Georg, S Hamada, A Harrois, R Kedzierewicz, P Pasquier, B Prunet, C Roger, K Tazarourte, S Travers, L Velly, C Gil-Jardiné, H Quintard

Auteur pour correspondance : SFAR : Julien Pottecher, service d'anesthésie-réanimation et de médecine péri-opératoire, hôpital de Hautepierre, hôpitaux universitaires de Strasbourg, 1 avenue Molière, 67098 Strasbourg Cedex. E-mail : julien.pottecher@chru-strasbourg.fr

Organisateurs :

Société française d'anesthésie et de réanimation (SFAR)

Société française de médecine d'urgence (SFMU)

Coordonnateurs d'experts :

SFAR : J Pottecher (Strasbourg)

SFMU : H Lefort (Metz)

Organisateurs :

SFAR : H Quintard (Nice)

SFMU : C Gil-Jardiné (Bordeaux)

Groupe d'experts SFAR (ordre alphabétique) :

P Bouzat, J Charbit, D Garrigue, T Gauss, S Hamada, A Harrois, P Pasquier, B Prunet, C Roger

Groupe d'experts SFMU (ordre alphabétique) :

M Galinski, R Kedzierewicz, B Prunet, K Tazarourte, S Travers

Groupe d'experts SOFCOT : P Adam, O Barbier

Groupe d'experts SCVE : Y Georg

Groupe d'experts du SSA : S Travers, B Prunet, P Pasquier, O Barbier, R Kedzierewicz

Groupes de lecture :

Comité des référentiels clinique de la SFAR : Lionel Velly (Président), Marc Garnier (Secrétaire), Alice Blet, Audrey De Jong, Denis Frasca, Hélène Charbonneau, Philippe Cuvillon, Marc-Olivier Fisher, Etienne Gayat, Catherine Huraux, Hervé Quintard, Emmanuel Weiss.

Conseil d'administration de la SFAR : Hervé Bouaziz (Président), Laurent Delaunay, Pierre Albaladejo, Jean-Michel Constantin, Marie Laure Cittanova Pansard, Marc Léone, Hélène Beloeil, Karine Nouette-Gaulain, Valérie Billard, Julien Cabaton, Xavier Capdevila, Isabelle Constant, Marie-Paule Chariot, Alain Delbos, Claude Ecoffey, Delphine Garrigue, Marc Gentili, Frédéric Lacroix, Olivier Langeron, Sigismond Lasocki, Frédéric Le Saché, Luc Mercadal, Frédéric Mercier, Paul Zetlaoui.

Commission des référentiels de la SFMU : Anthony Chauvin (Président), Aurélie Gloaguen (Secrétaire), Pierre Catoire, Djamila Chaiba, Pierre-Géraud Claret, Bénédicte Douay, Sybille Goddet, Valérie Hamel, Cédric Gil-Jardiné, Philippe Le Conte, Mikael Martinez, Mathieu Oberlin, Nicolas Peschanski, Geoffroy Rousseau, Barbara Villoing, Caroline Zanker.

Conseil d'administration de la SFMU : Agnès Ricard-Hibon (Présidente), Karim Tazarourte (Vice-Président), Thibaut Desmettre, Jean-Paul Fontaine, Muriel Vergne, Catherine Pradeau, Tahar Chouihed, Florence Dumas, Olivier Ganansia, Yann Penverne, Patrick Plaisance, Youri Yordanov.

Liens d'intérêts des experts SFAR au cours des cinq années précédant la date de validation par le conseil d'administration de la SFAR :

Pierre Bouzat : pas de lien d'intérêt en rapport avec la présente RFE

Jonathan Charbit : pas de lien d'intérêt en rapport avec la présente RFE

Delphine Garrigue : pas de lien d'intérêt en rapport avec la présente RFE

Tobias Gauss : Conférencier rémunéré à titre personnel pour le compte du Laboratoire français du biomédicament

Sophie Hamada : pas de lien d'intérêt en rapport avec la présente RFE

Anatole Harrois : pas de lien d'intérêt en rapport avec la présente RFE

Pierre Pasquier : pas de lien d'intérêt en rapport avec la présente RFE

Julien Pottecher : pas de lien d'intérêt en rapport avec la présente RFE

Bertrand Prunet : pas de lien d'intérêt en rapport avec la présente RFE

Hervé Quintard : pas de lien d'intérêt en rapport avec la présente RFE

Claire Roger : pas de lien d'intérêt en rapport avec la présente RFE

Liens d'intérêts des experts SFMU au cours des cinq années précédant la date de validation par le conseil d'administration de la SFMU :

Michel Galinski : pas de lien d'intérêt en rapport avec la présente RFE

Cédric Gil-Jardine : pas de lien d'intérêt en rapport avec la présente RFE

Romain Kedzierewicz : pas de lien d'intérêt en rapport avec la présente RFE

Hugues Lefort : pas de lien d'intérêt en rapport avec la présente RFE

Bertrand Prunet : pas de lien d'intérêt en rapport avec la présente RFE

Karim Tazarourte : pas de lien d'intérêt en rapport avec la présente RFE

Stéphane Travers : pas de lien d'intérêt en rapport avec la présente RFE

Liens d'intérêts des experts de la SOFCOT :

Philippe Adam : pas de lien d'intérêt en rapport avec la présente RFE

Olivier Barbier : pas de lien d'intérêt en rapport avec la présente RFE

Liens d'intérêts de l'expert de la SCVE :

Yannick Georg : pas de lien d'intérêt en rapport avec la présente RFE

Liens d'intérêts des experts du SSA :

Hugues Lefort : pas de lien d'intérêt en rapport avec la présente RFE

Romain Kedzierewicz : pas de lien d'intérêt en rapport avec la présente RFE

Pierre Pasquier : pas de lien d'intérêt en rapport avec la présente RFE

Bertrand Prunet : pas de lien d'intérêt en rapport avec la présente RFE

Stéphane Travers : pas de lien d'intérêt en rapport avec la présente RFE

RESUME

Objectif : Élaborer un référentiel français multidisciplinaire qui aborde la prise en charge initiale, pré- et intra-hospitalière, d'un patient victime de traumatisme sévère de membre(s).

Conception : Un comité de consensus de 21 experts a été constitué. Une politique de déclaration et de suivi des liens d'intérêts a été appliquée et respectée durant tout le processus de réalisation du référentiel. De même, celui-ci n'a bénéficié d'aucun financement provenant d'une entreprise commercialisant un produit de santé (médicament ou dispositif médical). Le comité de consensus devait respecter et suivre la méthode GRADE® (*Grading of Recommendations Assessment, Development and Evaluation*) pour évaluer la qualité des données factuelles sur lesquelles étaient fondées les recommandations. Les inconvénients potentiels de faire des recommandations fortes en présence de données factuelles de mauvaise qualité ou insuffisantes ont été soulignés. Peu de recommandations ont été non gradées.

Méthodes : Le comité a étudié onze questions relatives au traumatisme sévère de membre(s) : 1) Quels sont les éléments anamnestiques et clinique de gravité qui doivent indiquer l'admission du patient en structure d'accueil des traumatisés graves ? 2) Quels moyens doivent être implémentés en pré-hospitalier pour réduire le saignement ? 3) Quels sont les éléments cliniques qui doivent conduire à la réalisation d'examens radiographiques avec injection ? 4) Quels sont le moment et les modalités de réalisation de l'ostéosynthèse ? 5) Quels sont les éléments qui permettent d'orienter la stratégie chirurgicale en cas d'atteinte vasculaire et/ou de délabrement majeur ? 6) Quelles sont les modalités de prévention du risque septique ? 7) Quelles sont les modalités de prévention de la maladie thromboembolique veineuse ? 8) Quels sont les moyens de détection et de traitement précoces du syndrome de loges post-traumatique ? 9) Quels sont les moyens de détecter la rhabdomyolyse aiguë post-traumatique et de prévenir ses complications rénales ? 10) Comment réduire l'incidence de l'embolie graisseuse et des autres atteintes inflammatoires systémiques post-traumatiques ? 11) Quelles sont les modalités thérapeutiques de contrôle de la douleur aiguë ? Chaque question a été formulée selon un format PICO (*Patient Intervention Comparison Outcome*) puis les profils de preuve ont été produits. L'analyse de la littérature et les recommandations ont été formulées selon la méthodologie GRADE®.

Résultats : Le travail de synthèse des experts et l'application de la méthode GRADE® ont abouti à l'élaboration de 19 recommandations. Parmi les recommandations formalisées, quatre avaient un niveau de preuve élevé (GRADE 1±) et douze un niveau de preuve faible (GRADE 2±). Pour trois recommandations, la méthode GRADE ne pouvait pas s'appliquer, aboutissant à un avis d'experts. Après deux tours de cotation et un amendement, un accord fort a été obtenu pour l'ensemble des recommandations.

Conclusion : Un accord fort existait parmi les experts sur des recommandations importantes, transdisciplinaires, dont la finalité est l'amélioration des pratiques de prise en charge des patients victimes de traumatisme sévère de membre(s).

Mots clés : *Damage control* ; Embolie graisseuse ; Garrot ; Rhabdomyolyse ; Syndrome compartimental ; Traumatisme sévère de membre

ABSTRACT

Goal: To provide healthcare professionals with comprehensive multidisciplinary expert recommendations for the acute care of severe limb trauma patients, both during the prehospital phase and after admission to a trauma center.

Design: A consensus committee of 21 experts was formed. A formal conflict-of-interest (COI) policy was developed at the onset of the process and enforced throughout. The entire guidelines process was conducted independently of any industrial funding (*i.e.* pharmaceutical, medical devices). The authors were advised to follow the rules of the Grading of Recommendations Assessment, Development and Evaluation (GRADE®) system to guide assessment of the quality of evidence. The potential drawbacks of making strong recommendations in the presence of low-quality evidence were emphasized. Few recommendations remained non-graded.

Methods: The committee addressed eleven questions relevant to the patient suffering severe limb trauma: 1) What are the key findings derived from medical history and clinical examination which prompt referring the patient to a Level 1 or Level 2 Trauma Center? 2) What are the medical devices, which must be implemented in the prehospital setting to reduce blood loss? 3) Which are the clinical findings prompting the performance of injected x-ray examinations? 4) What are the ideal timing and modalities for performing fracture fixation? 5) What are the clinical and operative findings, which steer the surgical approach in case of vascular compromise and/or major musculoskeletal attrition? 6) How to best prevent infection? 7) How to best prevent thromboembolic complications? 8) What is the best strategy to precociously detect and treat limb compartment syndrome? 9) How to best and precociously detect post-traumatic rhabdomyolysis and prevent rhabdomyolysis-induced acute kidney injury? 10) What is the best strategy to reduce the incidence of fat emboli syndrome and post-traumatic systemic inflammatory response? 11) What is the best therapeutic strategy to treat acute trauma-induced pain? Every question was formulated in a PICO (Patient Intervention Comparison Outcome) format and the evidence profiles were produced. The literature review and recommendations were made according to the GRADE® methodology.

Results: The experts' synthesis work and the application of the GRADE method resulted in 19 recommendations. Among the formalized recommendations, four had a high level of evidence (GRADE 1±) and 12 had a low level of evidence (GRADE 2±). For three recommendations, the GRADE method could not be applied, resulting in expert advice. After two rounds of scoring and one amendment, strong agreement was reached on all the recommendations.

Conclusions: There was significant agreement among experts on strong recommendations to improve practices for severe limb trauma patients.

Keywords: Compartment syndrome; Damage control; Fat embolism syndrome; Guidelines; Rhabdomyolysis; Severe limb trauma patient; Tourniquet

Préambule

Les traumatismes de membre(s) sont un motif particulièrement fréquent de consultation aux urgences, de traitements orthopédiques ou d'ostéosynthèses chirurgicales et parfois d'hospitalisations en secteurs de soins aigus. Une extraction du registre national TraumaBase® du 5 mars 2020 portant sur 15 823 patients admis en structure d'accueil de traumatisés graves retrouvait une proportion importante de patients victimes de traumatisme de membre(s). Pour 50,1 % d'entre eux, l'*Abbreviated Injury Scale* (AIS) [1] « membre » était non nul et 19,5 % avaient un AIS > 2, nécessitant une intervention orthopédique à J₀ (29,4 %) et dont le traumatisme ostéo-articulaire était à l'origine d'un choc hémorragique (2,73 %). Aucune recommandation française n'aborde leur prise en charge initiale à la phase aiguë de façon holistique et transdisciplinaire. La grande majorité des traumatismes de membre(s) ne présentent pas de critère de gravité et restent sans conséquence fonctionnelle ou vitale pour le patient qui en est victime. A l'inverse, les traumatismes sévères de membre(s) (TSM), uniques ou multiples, revêtent des critères spécifiques de gravité, évalués de façon différente tout au long de la prise en charge : pré-hospitalière, per-opératoire, post-opératoire ou lors de l'hospitalisation en soins aigus puis conventionnels. Le traumatisme causal peut être à l'origine de lésions intéressant un ou plusieurs membres d'où le choix délibéré du libellé « traumatisme sévère de membre(s) ». Les caractéristiques communes des TSM, objet de la présente recommandation formalisée d'experts (RFE), sont : un délabrement locorégional particulièrement important, qui induit une surmortalité et/ou entraîne une atteinte fonctionnelle définitive et/ou allonge la durée de séjour.

De façon opérationnelle, les TSM recouvrent tous les traumatismes de membre(s) qui réunissent au moins un des critères de Vittel [2] (**Figure 1**) et dont la classification AIS est supérieure ou égale à trois (**Annexe 1**). De façon non exhaustive, les TSM sont notamment constitués des traumatismes qui réalisent une amputation, un dégantage, un écrasement de membre plus proximal que la cheville ou le poignet, une ischémie aiguë de membre, une lésion vasculaire de membre ischémique ou hémorragique, des fractures de deux os longs proximaux humérus ou fémur, un traumatisme pénétrant plus proximal que le coude ou le genou. Comme les traumatismes pelviens ont récemment donné lieu à des recommandations formalisées d'experts (RFE) spécifiques [3], ils ne seront pas abordés ici. Concernant la classification des fractures ouvertes, celle retenue dans la présente RFE est la classification de Gustilo, *et al.*, revue en 1984 [4] (**Figure 2**).

<u>UN</u> critère présent = Traumatisé grave		
Examen initial du patient	- Score de Glasgow inférieur à 13 - Saturation inférieure à 90 % en air ambiant - Pression artérielle systolique inférieure à 90 mmHg	
Circonstances de l'accident	- Victime éjectée, projetée ou écrasée - Au moins une victime décédée dans l'accident - Chute de plus de 6 mètres - Explosions ou <i>Blast</i>	
Prise en charge préhospitalière	- Ventilation assistée - Remplissage vasculaire > 1 litre - Perfusion de catécholamines	
Lésions observées ou suspectées	- Traumatisme pénétrant - Volet thoracique - Brûlure - Traumatisme du bassin	- Amputation de membre - Ischémie aigüe de membre - Suspicion de lésion médullaire
Caractéristiques du patient	- Age supérieur à 65 ans - Grossesse au 2^{ème} ou 3^{ème} trimestre - Pathologies associées (insuffisance cardiaque, respiratoire, anomalie constitutive ou acquise de l'hémostase)	

Figure 1. Définition d'un traumatisé grave selon les critères de Vittel [2]

Fracture	Description		Taux d'infection	Contamination
Type 1	Plaie < 1 cm Contamination minimale		< 2 %	Minimale
Type 2	Plaie de 1 à 10 cm Sans lésion extensive des tissus mous		2 à 5 %	Intermédiaire
Type 3	Lésion tissulaire étendue > 10 cm			Majeure
	3.A	Couverture cutanée possible Comminution importante	5 à 10 %	
	3.B	Exposition osseuse Comminution importante	10 à 50 %	
	3.C	Lésion artérielle associée	25 à 50 %	

Figure 2 : Classification d'après Gustilo, *et al.* des fractures ouvertes de membres [4]

Méthodologie

Le comité d'organisation a défini, avec les coordonnateurs d'experts, les questions à traiter et a désigné les experts en charge de chacune d'elles. Les questions ont été formulées selon un format PICO (*Patient Intervention Comparison Outcome*). Une recherche bibliographique extensive a été réalisée à partir des bases de données PubMed® et Cochrane® et des revues des sociétés savantes associées à ces RFE. Pour être retenues dans l'analyse, les publications devaient être jugées pertinentes par le groupe d'experts et publiées en langue anglaise ou française.

La méthode de travail utilisée pour l'élaboration de ces recommandations est la méthode GRADE®. Cette méthode permet, après une analyse quantitative de la littérature, de déterminer séparément la qualité des preuves, et donc de donner une estimation de la confiance que l'on peut avoir de l'analyse quantitative et un niveau de recommandation. La qualité des preuves est répartie en quatre catégories : « haute » si les recherches futures ne changeront très probablement pas la confiance dans l'estimation de l'effet ; « modérée » si les recherches futures changeront probablement la confiance dans l'estimation de l'effet et pourraient modifier l'estimation de l'effet lui-même ; « basse » si les recherches futures auront très probablement un impact sur la confiance dans l'estimation de l'effet et modifieront probablement l'estimation de l'effet lui-même ; « très basse » si l'estimation de l'effet est très incertaine. L'analyse de la qualité des preuves est réalisée pour chaque critère de jugement puis un niveau global de preuve est défini à partir de la qualité des preuves des critères cruciaux. La formulation finale des recommandations est toujours binaire, soit positive soit négative et soit forte soit faible : « forte » lorsqu'il est recommandé de faire ou ne pas faire (GRADE 1+ ou 1-), « faible » s'il est probablement recommandé de faire ou de ne pas faire (GRADE 2+ ou 2-).

La force de la recommandation est déterminée en fonction de quatre facteurs clés et validée par les experts après un vote, en utilisant la méthode *GRADE Grid* : l'estimation de l'effet ; le niveau global de preuve : plus il est élevé, plus probablement la recommandation sera forte ; la balance entre effets désirables et indésirables : plus celle-ci est favorable, plus probablement la recommandation sera forte ; les valeurs et les préférences : en cas d'incertitude ou de grande variabilité, plus probablement la recommandation sera faible ; ces valeurs et préférences doivent être obtenues au mieux auprès des personnes concernées (patient, médecin, décisionnaire) ; coûts : plus les coûts ou l'utilisation des ressources sont élevés, plus

probablement la recommandation sera faible. Pour établir une recommandation, au moins 50 % des participants doivent avoir une opinion et moins de 20 % doivent préférer la proposition contraire. Pour faire une recommandation forte au moins 70 % des participants doivent être d'accord. Si les experts ne disposent pas d'études traitant précisément du sujet, ou si aucune donnée sur les critères principaux n'existe, aucune recommandation ne sera émise. Un avis d'experts pourra être émis tout en le différenciant clairement des recommandations. Un avis d'expert n'est validé que si plus 70 % des participants sont d'accord.

Résultats

Nous avons volontairement choisi de ne traiter que onze questions qui nous paraissaient les plus à même de progrès et de discussions à cadrer. Les champs et questions suivants ont été retenus pour le recueil et l'analyse de la littérature. Après synthèse du travail des experts et application de la méthode GRADE, 19 recommandations ont été formalisées. La totalité des recommandations a été soumise au groupe d'experts pour une cotation avec la méthode *GRADE Grid*. Après deux tours de cotations et divers amendements, un accord fort a été obtenu pour 100 % des recommandations. Parmi les recommandations, quatre sont fortes (Grade 1±), douze sont faibles (Grade 2±) et, pour trois recommandations, la méthode GRADE® n'a pu s'appliquer, donnant lieu à des avis d'experts. Ces RFE se substituent aux recommandations précédentes émanant de la SFAR, de la SFMU, de la SOFCOT, de la SCVE et du SSA sur un même champ d'application. Les sociétés savantes représentées par leurs experts incitent tous les praticiens à se conformer à ces RFE pour assurer une qualité optimale des soins dispensés aux patients. Cependant, dans l'application de ces recommandations, chaque praticien doit exercer son jugement, prenant en compte son expertise, les spécificités de son établissement ou des contraintes de l'exercice de ses soins (conventionnel, situation isolée, d'exception, etc.), pour déterminer la méthode d'intervention la mieux adaptée à l'état du patient dont il a la charge.

Références

- [1] Loftis KL, Price JP, Gillich PJ, Cookman KJ, Brammer AL, St Germain T, et al. Development of an expert based ICD-9-CM and ICD-10-CM map to AIS 2005 update 2008. *Traffic Inj Prev* 2016;17Suppl 1:1–5.
- [2] Cotte J, Courjon F, Beaume S, Prunet B, Bordes J, N'Guyen C, et al. Vittel criteria for severe trauma triage: Characteristics of over-triage. *Anaesth Crit Care Pain Med* 2016;35:87–92.
- [3] Incagnoli P, Puidupin A, Ausset S, Beregi JP, Bessereau J, Bobbia X, et al. Early management of severe pelvic injury (first 24 hours). *Anaesth Crit Care Pain Med* 2019;38:199–207.
- [4] Gustilo RB, Mendoza RM, Williams DN. Problems in the management of type III (severe) open fractures: a new classification of type III open fractures. *J Trauma* 1984;24:742–6.

Question 1 : Chez un patient victime de traumatisme sévère de membre(s), quels sont les éléments anamnestiques et cliniques de gravité qui doivent indiquer l'admission du patient en structure d'accueil des traumatisés graves pour réduire la morbidité et la mortalité ?

Experts : P Bouzat (SFAR), K Tazarourte (SFMU)

R1 – Chez les patients victimes de traumatisme sévère de membre(s), il est recommandé d'admettre en centre spécialisé de traumatologie grave les patients ayant au moins un critère de Vittel en préhospitalier.

Grade 1+ (Accord FORT)

Argumentaire : L'admission des patients suspects d'un traumatisme sévère en centre spécialisé de traumatologie grave permet de réduire la morbi-mortalité de ces patients. Récemment, une survie additionnelle de trois à quatre patients tous les 100 patients admis avec un *Injury Severity Score* (ISS) supérieur à 15 a été retrouvée ainsi qu'une survie additionnelle de 11 patients tous les 100 patients avec un ISS supérieur à 24 au Royaume Uni [1]. Historiquement, la majorité des études montrant un bénéfice des *Trauma Centers* a été réalisée aux États-Unis [2]. Dans ce pays, la suspicion de traumatisme grave repose sur un triage préhospitalier édité sous l'égide de l'*American College of Surgeons* spécialisé en traumatologie [3]. En France, la reconnaissance d'un patient traumatisé grave repose sur les critères de Vittel (**Figure 2**), inspirés des critères de triage nord-américains [4]. Plus particulièrement, pour les traumatismes de membre(s), l'existence d'au moins deux fractures des os longs, une amputation proximale au-dessus du poignet ou au-dessus de la cheville, un important délabrement de membre (dégantage, écrasement, ou ischémie aigüe de membre) sont des éléments spécifiques de gravité.

Références :

- [1] Davenport RA, Tai N, West A, Bouamra O, Aylwin C, Woodford M, et al. A major trauma centre is a specialty hospital not a hospital of specialties. *Br J Surg* 2009;97:109–17.
- [2] MacKenzie EJ, Jurkovich GJ, Frey KP, Scharfstein DO. A national evaluation of the effect of trauma-center care on mortality. *N Engl J Med* 2006;354:366–78.
- [3] Sasser SM, Hunt RC, Faul M, Sugerman D, Pearson WS, Dulski T, et al. Guidelines for field triage of injured patients: recommendations of the National expert panel on field triage, 2011. *MMWR Recomm Rep* 2012;61:1–20.
- [4] Cotte J, Courjon F, Beaume S, Prunet B, Bordes J, N'Guyen C, et al. Vittel criteria for severe trauma triage: Characteristics of over-triage. *Anaesth Crit Care Pain Med* 2016;35:87–92.

Question 2 : Chez le patient victime de traumatisme sévère de membre(s), quels moyens thérapeutiques doivent être implémentés en pré-hospitalier pour réduire le saignement ?

Experts : R Kedzierewicz (SFMU, SSA), O Barbier (SOFOT, SSA)

R2.1 – En cas d’hémorragie active de membre et d’inefficacité de la compression directe, d’amputation, de corps étranger au sein de la plaie hémorragique, d’absence de pouls radial (critère hémodynamique) ou de multiples actions simultanées à mener, il est probablement recommandé de mettre en place un garrot.

Grade 2+ (Accord FORT)

Argumentaire : La nécessité d’arrêter une hémorragie active pour limiter la spoliation sanguine, le cercle vicieux de la triade létale et le décès ne fait aucun doute [1–5], mais il faut déterminer comment arrêter une hémorragie active de membre. Aucune étude contrôlée randomisée sur l’homme n’a comparé une stratégie d’hémostase mécanique par rapport à une autre en termes de survie. L’importance du saignement peut considérablement varier selon qu’il s’agisse d’un saignement veineux, osseux, artériel ou mixte. La réponse thérapeutique sera donc différente selon le type de saignement, son volume et son débit, la taille de la plaie, l’accessibilité du membre et de la lésion, le temps disponible (moindre si coexistence de multiples lésions hémorragiques, de multiples victimes et en situation de risque exogène particulier rentrant dans le champ des situations sanitaires exceptionnelles : terrorisme, effondrement, etc.) et l’état de la victime à sa prise en charge : stable, en choc hémorragique ou en arrêt cardiaque. Ainsi, une compression manuelle directe avec relais par pansement compressif pour favoriser le brancardage peut suffire pour une plaie hémorragique simple. A l’inverse, une plaie de grande taille, extrêmement délabrante, une amputation, la présence de corps étrangers non extractibles dans la plaie et/ou un contexte d’hémorragie active abondante nécessitent le recours à une stratégie d’hémostase à distance par garrot. Dans un tel contexte, le point de compression à distance n’est pas suffisamment efficace du fait de la circulation collatérale mais il peut être temporairement utile pour limiter la spoliation sanguine le temps de poser le garrot. En cas de multiples actions à mener dans un laps de temps très contraint ou d’un environnement hostile, il convient de recourir à la technique d’hémostase la plus rapide, la plus efficace et la moins consommatrice en personnel : un garrot tactique peut répondre à cette problématique et sera réévalué régulièrement. Enfin, quand l’état du patient est d’emblée catastrophique du fait d’une plaie hémorragique avec absence de pouls radial (critère hémodynamique), d’un choc hémorragique manifeste et/ou d’un arrêt cardiaque, il convient là encore de recourir au garrot, technique d’hémostase la plus rapidement efficace.

Le rapport bénéfice-risque de l’utilisation du garrot est traité par plusieurs revues systématiques récentes de la littérature, s’appuyant sur les mêmes études. Globalement assez hétérogènes ces dernières s’accordaient sur l’efficacité des garrots (69 à 97 % d’efficacité selon les modèles de garrot) pour arrêter les hémorragies actives. Elles rapportaient une faible morbidité dont il était d’ailleurs difficile d’imputer l’origine au garrot lui-même ou à la lésion préexistante [6–9]. Une étude récente sur une population de militaires s’est spécifiquement

intéressée au risque d'amputation imputable à la pose d'un garrot sans retrouver de majoration de ce risque spécifique [6]. L'étude cas-témoins multicentrique de Teixeira, *et al.* [10] publiée en 2019 et portant sur onze *Trauma Centers* du Texas comparait 186 patients avec un garrot à 840 patients sans garrot. Les auteurs retrouvaient, après ajustement, une proportion plus importante de survivants dans le groupe des patients traités par garrot, *Odd Ratio* (OR) : 5,86 [1,40 - 24,57]. S'il est probable que le garrot puisse permettre une épargne transfusionnelle, ceci n'a pas été encore clairement démontré par la difficulté d'obtenir des groupes comparables [11–13].

Références :

- [1] Dorlac WC, DeBakey ME, Holcomb JB, Fagan SP, Kwong KL, Dorlac GR, et al. Mortality from isolated civilian penetrating extremity injury. *J Trauma Inj Infect Crit Care* 2005;59:217–22.
- [2] Eastridge BJ, Mabry RL, Seguin P, Cantrell J, Tops T, Uribe P, et al. Death on the battlefield (2001–2011): Implications for the future of combat casualty care. *J Trauma Acute Care Surg* 2012;73:S431–7.
- [3] Kleber C, Giesecke MT, Tsokos M, Haas NP, Buschmann CT. Trauma-related preventable deaths in Berlin 2010: Need to change prehospital management strategies and trauma management education. *World J Surg* 2013;37:1154–61.
- [4] Oyeniya BT, Fox EE, Scerbo M, Tomasek JS, Wade CE, Holcomb JB. Trends in 1029 trauma deaths at a level 1 trauma center: Impact of a bleeding control bundle of care. *Injury* 2017;48:5–12.
- [5] Bonk C, Weston BW, Davis C, Barron A, McCarty O, Hargarten S. Saving lives with tourniquets: A review of penetrating injury medical examiner cases. *Prehosp Emerg Care* 2019:1–6.
- [6] Kauvar DS, Miller D, Walters TJ. Tourniquet use is not associated with limb loss following military lower extremity arterial trauma: *J Trauma Acute Care Surg* 2018;85:495–9.
- [7] Beaucreux C, Vivien B, Miles E, Ausset S, Pasquier P. Application of tourniquet in civilian trauma: Systematic review of the literature. *Anaesth Crit Care Pain Med* 2018;37:597–606.
- [8] Alonso-Algarabel M, Esteban-Sebastià X, Santillán-García A, Vila-Candel R. Tourniquet use in out-of-hospital emergency care: a systematic review. *Emergencias* 2019;31:47–65.
- [9] Kauvar DS, Dubick MA, Walters TJ, Kragh JF. Systematic review of prehospital tourniquet use in civilian limb trauma: *J Trauma Acute Care Surg* 2018;84:819–25.
- [10] Teixeira PGR, Brown CVR, Emigh B, Long M, Foreman M, Eastridge B, et al. Civilian prehospital tourniquet use is associated with improved survival in patients with peripheral vascular injury. *J Am Coll Surg* 2018;226:769–76.
- [11] Scerbo MH, Mumm JP, Gates K, Love JD, Wade CE, Holcomb JB, et al. Safety and appropriateness of tourniquets in 105 Civilians. *Prehosp Emerg Care* 2016;20:712–22.
- [12] Smith AA, Ochoa JE, Wong S, Beatty S, Elder J, Guidry C, et al. Prehospital tourniquet use in penetrating extremity trauma: Decreased blood transfusions and limb complications. *J Trauma Acute Care Surg* 2019;86:43–51.
- [13] McNickle AG, Fraser DR, Chestovich PJ, Kuhls DA, Fildes JJ. Effect of prehospital tourniquets on resuscitation in extremity arterial trauma. *Trauma Surg Acute Care Open* 2019;4:e000267.

R2.2 – En cas de pose d'un garrot, les experts suggèrent de réévaluer, dès que possible, son efficacité, son utilité et sa localisation sur le membre, y compris lors de la phase pré-hospitalière, afin de limiter sa morbidité (temps de pose le plus court et zone d'ischémie la plus limitée possible).

Avis d'expert (Accord FORT)

Argumentaire : La surveillance et la réévaluation de l'efficacité de l'hémostase doit être permanente.

- *Temps de pose et délais de prise en charge :* afin d'obtenir le meilleur pronostic fonctionnel en cas de lésion artérielle des membres inférieurs, il est nécessaire de limiter le délai entre la constitution de la lésion et l'arrivée au bloc opératoire à moins d'une heure [1]. Passé ce délai, le risque d'amputation augmente significativement (de 6 à 11,7 % ; $p < 0,01$). En l'absence de lésion artérielle, il est possible qu'un garrot puisse être correctement toléré plus longtemps [2] ; néanmoins, cette question n'a pas été spécifiquement traitée en dehors de la chirurgie au bloc opératoire. Les levées itératives de garrot à visée d'épargne ischémique aggravent la morbidité locale par lésions musculaire, et systémique par rhabdomyolyse [3,4].
- *Réévaluation de l'intérêt du garrot :* à l'exclusion du patient en choc hémorragique sans pouls radial perçu, en arrêt cardiaque ou victime d'un syndrome d'écrasement (*crush syndrome*), l'indication d'un garrot posé avant l'arrivée de l'équipe médicale, dans un contexte hostile ou de multiples actions à mener (garrot tactique) peut être remise en cause. Il convient alors de réaliser un pansement compressif sur la plaie si cela n'avait pas été fait, voire d'y adjoindre au préalable un pansement hémostatique. Le garrot est ensuite progressivement desserré. En cas de reprise du saignement le garrot est immédiatement resserré. En l'absence de reprise du saignement le garrot est totalement desserré et laissé en place, à même d'être resserré immédiatement si, au cours de la prise en charge, une reprise de saignement survient (mobilisation lors du brancardage, majoration de la pression artérielle, etc.).
- *Réévaluation de la localisation du garrot :* afin de limiter la zone d'ischémie. En cas d'inefficacité d'un garrot trop proximal ou posé avant l'arrivée de l'équipe médicale, et s'il existe une indication formelle de pose d'un second garrot (choc hémorragique, arrêt cardiaque), il convient idéalement de le poser de manière plus distale avant de desserrer le premier garrot pour éviter toute reprise de la spoliation sanguine. L'incidence des complications liées à la pose d'un garrot est d'évaluation difficile en l'absence d'étude prospective randomisée et d'imputabilité des lésions dues soit au garrot, soit au traumatisme initial. Dans leur méta-analyse de 2018, Beaucreux, *et al.* [5] rapportent une incidence variable des différentes complications locales (syndrome compartimental nécessitant une fasciotomie (2 à 18 %), infection localisée (7 à 9 %), parésie par atteinte nerveuse (1 à 6 %), thrombose veineuse profonde (9 %), amputation (12 à 59 %)), systémiques par rhabdomyolyse (2 %), insuffisance rénale aigüe (2 à 3 %) et à distance par paralysie définitive plus rarement (< 1 %).

Références :

- [1] 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.
- [2] Fitzgibbons PG, Digiovanni C, Hares S, Akelman E. Safe tourniquet use: a review of the evidence. *J Am Acad Orthop Surg* 2012;20:310–9.
- [3] Pedowitz RA, Gershuni DH, Fridén J, Garfin SR, Rydevik BL, Hargens AR. Effects of reperfusion intervals on skeletal muscle injury beneath and distal to a pneumatic tourniquet. *J Hand Surg* 1992;17:245–55.
- [4] Mansour Z, Charles AL, Bouitbir J, Pottecher J, Kindo M, Mazzucotelli JP, et al. Remote and local ischemic postconditioning further impaired skeletal muscle mitochondrial function after ischemia-reperfusion. *J Vasc Surg* 2012;56:774-82.e1.
- [5] Beaucreux C, Vivien B, Miles E, Ausset S, Pasquier P. Application of tourniquet in civilian trauma: Systematic review of the literature. *Anaesth Crit Care Pain Med* 2018;37:597–606.

Question 3 : Chez un patient victime d'un traumatisme sévère de membre(s), quels sont les éléments cliniques qui doivent conduire à la réalisation d'examens radiographiques avec injection de produit de contraste pour ne pas méconnaître des lésions vasculaires et ainsi réduire la morbidité ?

Experts : B Prunet (SFAR, SFMU, SSA), Y Georg (SCVE), P Adam (SOFECOT)

R3 – Pour ne pas méconnaître une lésion vasculaire chez un traumatisé grave de membre(s), il est probablement recommandé de réaliser en première intention un angioscanner en cas de présence d'un ou plusieurs des éléments suivants :

- notion de saignement extériorisé d'origine artérielle
- proximité du traumatisme avec un axe vasculaire principal
- présence d'un hématome non expansif
- déficit neurologique isolé
- Indice de pression systolique (IPS) cheville-bras inférieur à 0,9

Grade 2+ (Accord FORT)

Argumentaire : Les signes cliniques évocateurs de lésion vasculaire sont classiquement séparés en signes « forts » (*hard*) et « faibles » (*soft*). Les signes forts sont constitués par la présence d'un saignement extériorisé important, d'un hématome rapidement expansif ou pulsatile, d'un syndrome ischémique (abolition des pouls, pâleur, déficit neurologique sensitivomoteur) ou la présence d'un souffle (*thrill*). Ces signes traduisent une lésion vasculaire et nécessitent soit une exploration chirurgicale immédiate soit, si le patient est stabilisé, la réalisation rapide d'un examen radiologique de type angioscanner ou artériographie [1]. La présence de signes faibles traduit l'existence d'une lésion artérielle dans 3 % à 25 % des cas [1,2]. Les signes faibles recouvrent l'existence d'un saignement d'origine artériel extériorisé durant le ramassage ou le transport, la proximité du traumatisme ouvert ou contondant avec un axe vasculaire principal, la présence d'un hématome non pulsatile en regard d'un trajet artériel ou un déficit neurologique faisant évoquer une compression directe d'un nerf par un hématome. Ces signes faibles justifient la réalisation d'un examen radiologique avec opacification, généralement un

angioscanner, afin d'éviter une exploration chirurgicale inutile ou au contraire, pour ne pas différer le traitement d'une lésion vasculaire non diagnostiquée. Une attention particulière doit être portée aux lésions ligamentaires graves du genou, luxation ou lésions bicroisées, qui justifient que l'acquisition des coupes du scanner corps entier avec injection couvre bien cette zone [3]. La mesure de l'IPS cheville-bras prolonge l'examen clinique et facilite le diagnostic clinique d'une lésion vasculaire. L'IPS ou indice tibio-brachial (ITB, *Ankle Brachial Index*) est le rapport entre la pression artérielle systolique mesurée à la cheville et la pression artérielle systolique brachiale. La mesure est faite chez un patient en décubitus. Le flux artériel est recherché avec une sonde Doppler positionnée avec un angle de 45°. On commence par mesurer la pression systolique brachiale de manière à connaître la pression que l'on devrait obtenir à la cheville en l'absence de lésion artérielle. En cas d'asymétrie droite-gauche, on garde en référence la valeur la plus élevée. Au membre inférieur, la manchette doit être appliquée juste au-dessus des malléoles. Elle est gonflée rapidement jusqu'à disparition du signal de flux, puis dégonflée lentement jusqu'à réapparition du signal de flux distal correspondant à la pression systolique. La mesure doit être répétée deux ou trois fois, la valeur moyenne étant retenue. Ces mesures sont réalisées au niveau de l'artère pédieuse et de l'artère tibiale postérieure. C'est la valeur la plus basse qui est retenue et utilisée pour le calcul de l'IPS. Sur une série de 93 patients, Lynch et Johansen [4] ont démontré qu'un IPS < 0,9 avait une sensibilité (87 %) satisfaisante et une bonne spécificité (97 %) pour diagnostiquer une lésion vasculaire. Dans une méta-analyse récente (huit études, 2161 patients avec traumatisme pénétrant des extrémités et prévalence des lésions artérielles de 15 %), deSouza, *et al.* [5] concluent qu'en l'absence de signes cliniques évocateurs de lésion vasculaire (*aucun signe fort ou faible*) et en présence d'un IPS cheville-bras normal, la probabilité d'une lésion vasculaire est virtuellement nulle (rapport de vraisemblance négatif de 0,01 ; IC_{95 %} [0,0-0,1]) et ne justifie pas la réalisation d'un examen d'exploration complémentaire.

L'artériographie était historiquement l'examen de première intention pour éliminer une lésion artérielle chez un traumatisé de membre(s). Les scanners de dernière génération ont imposé l'angioscanner comme étant l'examen radiologique de première intention pour l'exploration des vaisseaux des membres [6]. Une exploration corps entier est actuellement possible en une seule injection avec des protocoles adaptés au traumatisé sévère et comportant une bonne exploration des membres [7]. La rapidité de sa réalisation et son intégration dans le bilan lésionnel global plaident en faveur de l'angioscanner. Dans une étude prospective comparant l'efficacité de l'angioscanner à celle l'artériographie, Seamon, *et al.* [8] mettaient en évidence une sensibilité et spécificité de 100 % de l'angioscanner, un accès plus rapide et un coût moindre de prise en charge. Une méta-analyse récente a étudié la performance de l'angioscanner pour la détection des lésions vasculaires de traumatismes de membres [9]. Sur 11 études analysées rassemblant un effectif total de 891 patients, la sensibilité et spécificité étaient de 96,2 % et 99,2 % respectivement. L'artériographie diagnostique garde sa place en seconde intention lorsque l'angioscanner n'est pas contributif, par exemple en cas d'artefacts liés à la présence de fragments métalliques.

Références :

- [1] Feliciano DV, Moore FA, Moore EE, West MA, Davis JW, Cocanour CS, et al. Evaluation and management of peripheral vascular injury. Part 1. Western Trauma Association/critical decisions in trauma. J Trauma 2011;70:1551–6.
- [2] Fox N, Rajani RR, Bokhari F, Chiu WC, Kerwin A, Seamon MJ, et al. Evaluation and management of penetrating lower extremity arterial trauma: An Eastern Association for the Surgery of Trauma practice management guideline. J Trauma Acute Care Surg 2012;73:S315–20.
- [3] Boisrenoult P, Lustig S, Bonneville P, Leray E, Versier G, Neyret P, et al. Vascular lesions associated with bicruciate and knee dislocation ligamentous injury. Orthop Traumatol Surg Res 2009;95:621–6.
- [4] Lynch K, Johansen K. Can Doppler pressure measurement replace “exclusion” arteriography in the diagnosis of occult extremity arterial trauma? Ann Surg 1991;214:737–41.
- [5] deSouza IS, Benabbas R, McKee S, Zangbar B, Jain A, Paladino L, et al. Accuracy of physical examination, ankle-brachial index, and ultrasonography in the diagnosis of arterial injury in patients with penetrating extremity trauma: A systematic review and meta-analysis. Acad Emerg Med 2017;24:994–1017.
- [6] Patterson BO, Holt PJ, Cleanthis M, Tai N, Carrell T, Loosemore TM, et al. Imaging vascular trauma. Br J Surg 2012;99:494–505.
- [7] Foster BR, Anderson SW, Uyeda JW, Brooks JG, Soto JA. Integration of 64-detector lower extremity CT angiography into whole-body trauma imaging: feasibility and early experience. Radiology 2011;261:787–95.
- [8] Seamon MJ, Smoger D, Torres DM, Pathak AS, Gaughan JP, Santora TA, et al. A Prospective validation of a current practice: The detection of extremity vascular injury with CT angiography. J Trauma Inj Infect Crit Care 2009;67:238–44.
- [9] Jens S, Kerstens MK, Legemate DA, Reekers JA, Bipat S, Koelemay MJW. Diagnostic performance of computed tomography angiography in peripheral arterial injury due to trauma: A systematic review and meta-analysis. Eur J Vasc Endovasc Surg 2013;46:329–37.

Question 4. En cas de traumatisme sévère de membre(s), dans quels cas le report de l’ostéosynthèse définitive du (des) foyer(s) de fracture permet-il de réduire la morbi-mortalité ?

Experts : O Barbier (SOFCOT, SSA), P Adam (SOFCOT), J Charbit (SFAR)

Une approche clinique globale et personnalisée est nécessaire pour chaque patient par le biais d’une discussion multidisciplinaire qui se fonde sur l’état clinique et le bilan lésionnel.

R4.1 – En l’absence d’autre lésion traumatique sévère (cérébrale, thoraco-abdomino-pelvienne ou médullaire), d’état de choc hémorragique, d’instabilité circulatoire ou respiratoire, il est recommandé de réaliser l’ostéosynthèse définitive et sûre du (des) foyer(s) de fracture des os longs dans les 24 premières heures afin de réduire l’incidence de complications locales ou systémiques associées, particulièrement pour les fractures diaphysaires fémorales et tibiales à haut-risque de complications respiratoires (syndrome de détresse respiratoire aiguë - ou SDRA -, et embolie graisseuse).

Grade 1+ (Accord FORT)

R4.2 – En présence d’une ou plusieurs lésions traumatiques sévères (cérébrale, thoraco-abdomino-pelvienne ou médullaire) ou d’un état de choc hémorragique, d’une instabilité circulatoire ou d’une atteinte respiratoire sévère, il est probablement recommandé de retarder l’ostéosynthèse définitive au profit d’une stabilisation temporaire (fixateur externe ou traction selon les délais envisagés) pour réduire la survenue de complications systémiques induites par l’agression chirurgicale, les pertes sanguines péri-opératoires, la coagulopathie, ainsi que le risque d’embolie graisseuse. L’ostéosynthèse définitive et sûre devra être réalisée le plus précocement possible par la suite.

Grade 2+ (Accord FORT)

Argumentaire : La stabilisation précoce des foyers de fracture mécaniquement instables chez les traumatisés sévères est un objectif prioritaire de la prise en charge initiale pour limiter les complications précoces ou retardées telles que les embolies graisseuses, les défaillances respiratoires, les saignements prolongés, les lésions tissulaires ou vasculo-nerveuses dues aux déplacements secondaires, les pseudarthroses et les enraidissements de membres [1–7]. La littérature fait état de nombreuses études de cohorte rétrospectives ayant rapporté l’association entre le délai de la chirurgie des os longs et la survenue d’un SDRA ou d’une embolie graisseuse. La survenue d’un SDRA pourrait être diminuée chez les patients opérés dans les 24 premières heures [4,8]. Une intervention chirurgicale dans les dix premières heures réduirait également le risque d’embolie graisseuse [9]. Aucune étude ne rapporte à ce jour de risque accru de SDRA ou d’embolie graisseuse chez les patients bénéficiant d’un traitement chirurgical dans les 24 premières heures [2,10–13]. Toutes ces études se sont cependant focalisées sur les fractures du membre inférieur, et plus particulièrement les fractures de la diaphyse fémorale. Les experts soulignent donc que la recommandation portant sur le délai de prise en charge chirurgicale concerne en premier lieu les fractures de diaphyse fémorale. L’ostéosynthèse définitive, précoce et sûre, est la stratégie à privilégier dans ce contexte, en particulier chez les patients ne présentant pas de lésions traumatiques sévères associées [14]. Pour autant, l’ostéosynthèse définitive précoce d’une fracture diaphysaire n’est pas sans conséquence dans le cas d’un TSM. De nombreuses complications systémiques sont en effet à craindre, induites notamment par l’importance des pertes sanguines, la majoration d’une acidose ou d’une hypothermie, et surtout la libération systémique de nombreux médiateurs pro-inflammatoires, présents en grande quantité dans la moelle osseuse, et potentiellement pourvoyeurs de défaillance multi-organes [15]. Ce dernier phénomène est connu depuis de longues années sous le nom d’ « *agression secondaire* » [16]. L’enclouage centro-médullaire des diaphyses d’os longs est particulièrement impliqué dans ces risques [16,17]. En présence de lésions traumatiques thoraciques, l’enclouage centro-médullaire fémoral a été associé à une incidence de SDRA plus élevée ainsi que des durées de ventilation mécanique invasive et d’hospitalisation allongées [18]. Ce surcroît de morbi-mortalité est majoré pour les patients qui présentent une instabilité circulatoire précoce ou des lésions sévères associées, justifiant d’une réanimation intensive [7]. Dans ce contexte, il est proposé une intervention précoce de type stratégie chirurgicale séquentielle (*Damage control orthopaedic surgery*) avec, à la phase

précoce, une stabilisation temporaire suivie, dans un second temps, d'une reprise chirurgicale. Cette approche personnalisée est dite « adaptée au risque ». Le type de stabilisation précoce des foyers fracturaires instables doit par conséquent être déterminé selon des considérations générales prenant en compte l'état physiologique et le statut lésionnel du patient. C'est le concept de stabilisation précoce appropriée (*Early appropriate care*). Le scanner initial est déterminant pour détecter les patients à risque de développer des défaillances multi-viscérales secondaires [19,20]. Dans le cas d'une fracture diaphysaire de fémur, la stratégie de stabilisation temporaire a montré une franche réduction du temps d'intervention et des pertes sanguines périopératoires, renforçant sa pertinence pour les patients les plus sévères [21–23]. Pape, *et al.* [14] avaient en effet observé dans l'étude EPOFF, essai prospectif randomisé, une réduction significative de l'incidence de complications respiratoires durant la période postopératoire dans le sous-groupe de patients « limites » (42 patients sur les 165 inclus dans l'étude) après ajustement sur la sévérité initiale. Cette étude n'a cependant pas inclus les patients les plus sévères considérés comme ne pouvant supporter un enclouage centro-médullaire précoce, laissant supposer que les effets néfastes de cette fixation précoce et la surmorbidity potentielle qu'elle induirait aient été minorés dans cette série. D'autres études centrées sur la prise en charge des fractures diaphysaires du membre inférieur confirment cette majoration de la morbi-mortalité dans les groupes ostéosynthèse définitive précoce [7,23,24]. Il n'est pas clairement établi si les patients traumatisés instables atteints de fractures diaphysaires du membre supérieur tireraient bénéfice d'une stratégie chirurgicale séquentielle. La classification des patients selon leur risque de développer des complications a ainsi pour objectif d'individualiser leur prise en charge de la manière la plus sécuritaire possible en considérant la balance bénéfice/risque (*Prompt individualised safe management*). Même si les critères cliniques pour décider d'une stratégie séquentielle avec stabilisation temporaire restent débattus, la plupart des travaux mettent en avant le choc circulatoire, la coagulopathie post-traumatique, le traumatisme thoracique [19], le traumatisme crânien [8,23,25], les fractures diaphysaires multiples ou fémorales bilatérales [26,27] et la sévérité lésionnelle globale (score ISS ≥ 40) comme étant des éléments tendant à favoriser une stabilisation temporaire initiale. Sur une large population de patients traumatisés sévères, Morshed, *et al.* [7] démontrent qu'une stratégie basée sur l'évaluation hémodynamique initiale et la réponse précoce à la réanimation apporte une réduction de la mortalité en cas de fractures de fémur, ceci grâce au report de l'ostéosynthèse définitive d'au moins 12 à 24 heures en utilisant une stabilisation temporaire. De manière plus générale, Pape, *et al.* [24] ont proposé l'identification des classifications des patients à risque lors de leur admission sur la base de critères cliniques, lésionnels ainsi que sur la sévérité du traumatisme comparables dans le but de déterminer la meilleure prise en charge initiale pour ces fractures. Il est important de noter que les patients peuvent changer de catégorie selon leur réponse à la réanimation initiale. Le **Tableau 1** présente une synthèse des critères cliniques et lésionnels permettant la classification des patients et leur orientation vers le type de stabilisation précoce appropriée (**Figure 3**). Par ailleurs, le choix du type de stabilisation temporaire doit également être réfléchi en fonction

des contraintes et des délais envisagés pour la réalisation de l'ostéosynthèse définitive. Les tractions osseuses sont des techniques efficaces mais qui ne garantissent pas un maintien continu du foyer de fracture, notamment pendant la réalisation des soins en réanimation. Les tractions ne suppriment pas le risque d'embolie graisseuse et limitent également les possibilités de mobilisation des patients. A l'inverse, les fixateurs externes, considérés comme plus invasifs, garantissent une fixation sûre et continue. Maury, *et al.* [28] ont montré récemment l'intérêt d'une pose initiale de fixateurs externes par la réduction de 15 % du risque de survenue de SDRA en cas de fracture diaphysaire du fémur dans les premiers jours de prise en charge comparée à l'usage des tractions osseuses. La stabilisation temporaire par fixateur externe devrait donc être privilégiée lorsque la chirurgie définitive n'est pas envisagée dans un délai de 24 à 36 heures.

Références :

- [1] Charash WE, Fabian TC, Croce MA. Delayed surgical fixation of femur fractures is a risk factor for pulmonary failure independent of thoracic trauma. *J Trauma* 1994;37:667–72.
- [2] Papakostidis C, Panagiotopoulos A, Piccioli A, Giannoudis PV. Timing of internal fixation of femoral neck fractures. A systematic review and meta-analysis of the final outcome. *Injury* 2015;46:459–66.
- [3] Johnson KD, Cadambi A, Seibert GB. Incidence of adult respiratory distress syndrome in patients with multiple musculoskeletal injuries: effect of early operative stabilization of fractures. *J Trauma* 1985;25:375–84.
- [4] Goris RJ, Gimbrère JS, van Niekerk JL, Schoots FJ, Booy LH. Early osteosynthesis and prophylactic mechanical ventilation in the multitrauma patient. *J Trauma* 1982;22:895–903.
- [5] Koul P, Ahmad F, Gurcoo S, Khan UH, Naqash IA, Sidiq S, et al. Fat embolism syndrome in long bone trauma following vehicular accidents: Experience from a tertiary care hospital in north India. *Lung India* 2013;30:97.
- [6] Talbot M, Schemitsch EH. Fat embolism syndrome: history, definition, epidemiology. *Injury* 2006;37:S3–7.
- [7] Morshed S, Miclau T, Bembom O, Cohen M, Knudson MM, Colford JM. Delayed internal fixation of femoral shaft fracture reduces mortality among patients with multisystem trauma. *J Bone Joint Surg Am* 2009;91:3–13.
- [8] Vallier HA, Super DM, Moore TA, Wilber JH. Do patients with multiple system injury benefit from early fixation of unstable axial fractures? The effects of timing of surgery on initial hospital course. *J Orthop Trauma* 2013;27:405–12.
- [9] Pinney SJ, Keating JF, Meek RN. Fat embolism syndrome in isolated femoral fractures: does timing of nailing influence incidence? *Injury* 1998;29:131–3.
- [10] Alobaidi AS, Al-Hassani A, El-Menyar A, Abdelrahman H, Tuma M, Al-Thani H, et al. Early and late intramedullary nailing of femur fracture: A single center experience. *Int J Crit Illn Inj Sci* 2016;6:143–7.
- [11] Nahm NJ, Como JJ, Wilber JH, Vallier HA. Early appropriate care: definitive stabilization of femoral fractures within 24 hours of injury is safe in most patients with multiple injuries. *J Trauma* 2011;71:175–85.
- [12] Wang MC, Temkin NR, Deyo RA, Jurkovich GJ, Barber J, Dikmen S. Timing of surgery after multisystem injury with traumatic brain injury: effect on neuropsychological and functional outcome. *J Trauma* 2007;62:1250–8.
- [13] Pape HC, Regel G, Dwenger A, Sturm JA, Tscherne H. Influence of thoracic trauma and primary femoral intramedullary nailing on the incidence of ARDS in multiple trauma patients. *Injury* 1993;24 Suppl 3:S82–103.
- [14] Pape HC, Rixen D, Morley J, Husebye EE, Mueller M, Dumont C, et al. Impact of the method of initial stabilization for femoral shaft fractures in patients with multiple injuries at risk for complications (borderline patients). *Ann Surg* 2007;246:491–501.
- [15] Pape HC, van Griensven M, Rice J, Gänsslen A, Hildebrand F, Zech S, et al. Major secondary surgery in blunt

trauma patients and perioperative cytokine liberation: Determination of the clinical relevance of biochemical markers. *J Trauma Inj Infect Crit Care* 2001;50:989–1000.

- [16] Tschoeke SK, Hellmuth M, Hostmann A, Ertel W, Oberholzer A. The early second hit in trauma management augments the proinflammatory immune response to multiple injuries. *J Trauma Inj Infect Crit Care* 2007;62:1396–404.
- [17] Kropfl A, Davies J, Berger U, Hertz H, Schlag Tg. Intramedullary pressure and bone marrow fat extravasation in reamed and unreamed femoral nailing. *J Orthop Res* 1999;17:261–8.
- [18] Pape HC, Auf'm Kolk M, Paffrath T, Regel G, Sturm JA, Tscherne H. Primary intramedullary femur fixation in multiple trauma patients with associated lung contusion--a cause of posttraumatic ARDS? *J Trauma* 1993;34:540–8.
- [19] Daurat A, Millet I, Roustan J-P, Maury C, Taourel P, Jaber S, et al. Thoracic trauma severity score on admission allows to determine the risk of delayed ARDS in trauma patients with pulmonary contusion. *Injury* 2016;47:147–53.
- [20] Charbit J, Ramin S, Hermida M, Cavaille P, Murez T, Taourel P, et al. A simple CT score to quantify pelvic and retroperitoneal hematoma associated with pelvic fractures predicts transfusion needs, pelvic hemostatic procedures, and outcome. *Emerg Radiol* 2020;27:173–84.
- [21] Scalea TM, Boswell SA, Scott JD, Mitchell KA, Kramer ME, Pollak AN. External fixation as a bridge to intramedullary nailing for patients with multiple injuries and with femur fractures: damage control orthopedics. *J Trauma* 2000;48:613–23.
- [22] Tuttle MS, Smith WR, Williams AE, et al. Safety and efficacy of damage control external fixation versus early definitive stabilization for femoral shaft fractures in the multiple-injured patient. *J Trauma Inj Infect Crit Care* 2009;67:602–5.
- [23] Zhang Y, Sun K, Wang Y, Qin Y, Li H. Early vs late fracture fixation in severe head and orthopedic injuries. *Am J Emerg Med* 2018;36:1410–7.
- [24] Pape HC, Halvachizadeh S, Leenen L, Velmahos GD, Buckley R, Giannoudis PV. Timing of major fracture care in polytrauma patients - An update on principles, parameters and strategies for 2020. *Injury* 2019;50:1656–70.
- [25] Flierl MA, Stoneback JW, Beauchamp KM, Hak DJ, Morgan SJ, Smith WR, et al. Femur shaft fracture fixation in head-injured patients: when is the right time? *J Orthop Trauma* 2010;24:107–14.
- [26] Willett K, Al-Khateeb H, Kotnis R, Bouamra O, Lecky F. Risk of mortality: the relationship with associated injuries and fracture treatment methods in patients with unilateral or bilateral femoral shaft fractures. *J Trauma* 2010;69:405–10.
- [27] Lichte P, Weber C, Sellei RM, Hildebrand F, Lefering R, Pape H-C, et al. Are bilateral tibial shaft fractures associated with an increased risk for adverse outcome? *Injury* 2014;45:1985–9.
- [28] Maury C, Ramin S, Bonfils J, Dagneaux L, Faure P, Canovas F, et al. Influence of a temporary stabilization device on respiratory status in patients with severe trauma with a femoral shaft fracture treated by damage control strategy. *Eur J Trauma Emerg Surg* 2020;1-12.

Patient à risque faible	Patient à risque intermédiaire	Patient à risque élevé
Statut circulatoire stable - Absence de noradrénaline ou débit $< 2 \text{ mg.h}^{-1}$ - Pas de transfusion - Lactate $< 2,5 \text{ mmol.L}^{-1}$ Coagulation efficace - TQr $< 1,2$ - Fibrinogène $\geq 1,5 \text{ g.L}^{-1}$ - Numération plaquettaire $\geq 100 \text{ G.L}^{-1}$ Hypothermie minime $> 35^{\circ}\text{C}$ Statut respiratoire STABLE $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2 > 300$ Lésions associées ➔ simples ou bénignes - Lésion unique - GCS ≥ 13 - Lésion non hémorragique - ISS < 25 	Choc circulatoire modéré - Débit de noradrénaline $2-4 \text{ mg.h}^{-1}$ - Transfusion 1–4 CGR - Lactate $2,5-4 \text{ mmol.L}^{-1}$ Coagulopathie modérée - TQr $1,2 - 1,5$ - Fibrinogène $1 - 1,5 \text{ g.L}^{-1}$ - Numération plaquettaire $50-100 \text{ G.L}^{-1}$ Hypothermie modérée $35 - 32^{\circ}\text{C}$ SDRA ou hypoxémie $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2 < 300$ Rhabdomyolyse massive (myoglobine $\geq 10\,000 \text{ UI.L}^{-1}$) Lésion anatomique A RISQUE - ISS > 25 ou une région avec AIS = 4 - TC modéré, GCS ≤ 12 - Traumatisme thoracique sévère ➔ avec TTS score [25] de 8–11 ➔ OU contusion ≥ 2 lobes - Lésion aortique OIS 2 - Lésion abdominale OIS ≥ 3 ➔ avec hémopéritoine modéré - Hématome rétropéritonéal modéré (MTC ≥ 6) - Ischémie de membre réversible Chirurgie lourde à risque - Laparotomie simple - Ostéosynthèse rachis en décubitus ventral - Ostéosynthèses orthopédiques multiples - Angio-embolisation préventive - Stenting endo-vasculaire	Choc circulatoire profond - Débit de noradrénaline $> 4 \text{ mg.h}^{-1}$ - Transfusion ≥ 5 CGR - Lactate $> 4 \text{ mmol.L}^{-1}$ Coagulopathie persistante - TQr $> 1,5$ - Fibrinogène $< 1 \text{ g.L}^{-1}$ - Numération plaquettaire $< 50 \text{ G.L}^{-1}$ Hypothermie $< 32^{\circ}\text{C}$ SDRA ou hypoxémie $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2 < 150$ Rhabdomyolyse massive (myoglobine $\geq 20\,000 \text{ UI.L}^{-1}$) Lésion anatomique SEVERE - ISS > 40 ou AIS d'une région ≥ 5 - TC grave (après TDM ou PIC $\geq 20 \text{ mmHg}$) - Traumatisme thoracique sévère ➔ avec TTS score [25] ≥ 12 - Contusion pulmonaire ≥ 3 lobes - Lacération pulmonaire et fuite massive - Lésion aortique OIS 3–4 non opérée - Lésion abdominale OIS ≥ 4 et/ou avec intervention hémostatique - Hématome rétropéritonéal abondant (MTC ≥ 10) - Fractures bilatérales de fémur - Fractures complexes et/ou diaphysaires multiples - Ischémie aigüe constituée autre membre Intervention majeure nécessaire : - Craniectomie décompressive - Thoracotomie d'hémostase ou chirurgie de résection pulmonaire - Laparotomie type écourtée - Packing pelvien - Fixateur externe de bassin à visée hémostatique - Angio-embolisation hémostatique
CHIRURGIE DÉFINITIVE SÛRE PRÉCOCE	RÉANIMATION APPROPRIÉE – RÉAXAGE RÉÉVALUATIONS RÉPÉTÉES DANS LES 24H	CHIRURGIE DÉFINITIVE SÛRE RETARDÉE + STABILISATION TEMPORAIRE <i>(si diaphyse de membre inférieur)</i>

AIS : Abbreviated Injury Score ; CGR : Culot de globule rouge ; GCS : Score de Glasgow ; ISS : Injury Severity Score ; MTC : Montpellier Trauma Center Score [20] ; OIS : Organ Injury Scale ; SDRA : Syndrome de détresse respiratoire aiguë ; TC : Traumatisme crânien ; TQr : ratio de temps de Quick (ou temps de prothrombine) malade/témoin ; TTS : Thoracic Trauma Severity

Tableau 1 : proposition de gradation du risque de complications secondaires post opératoires

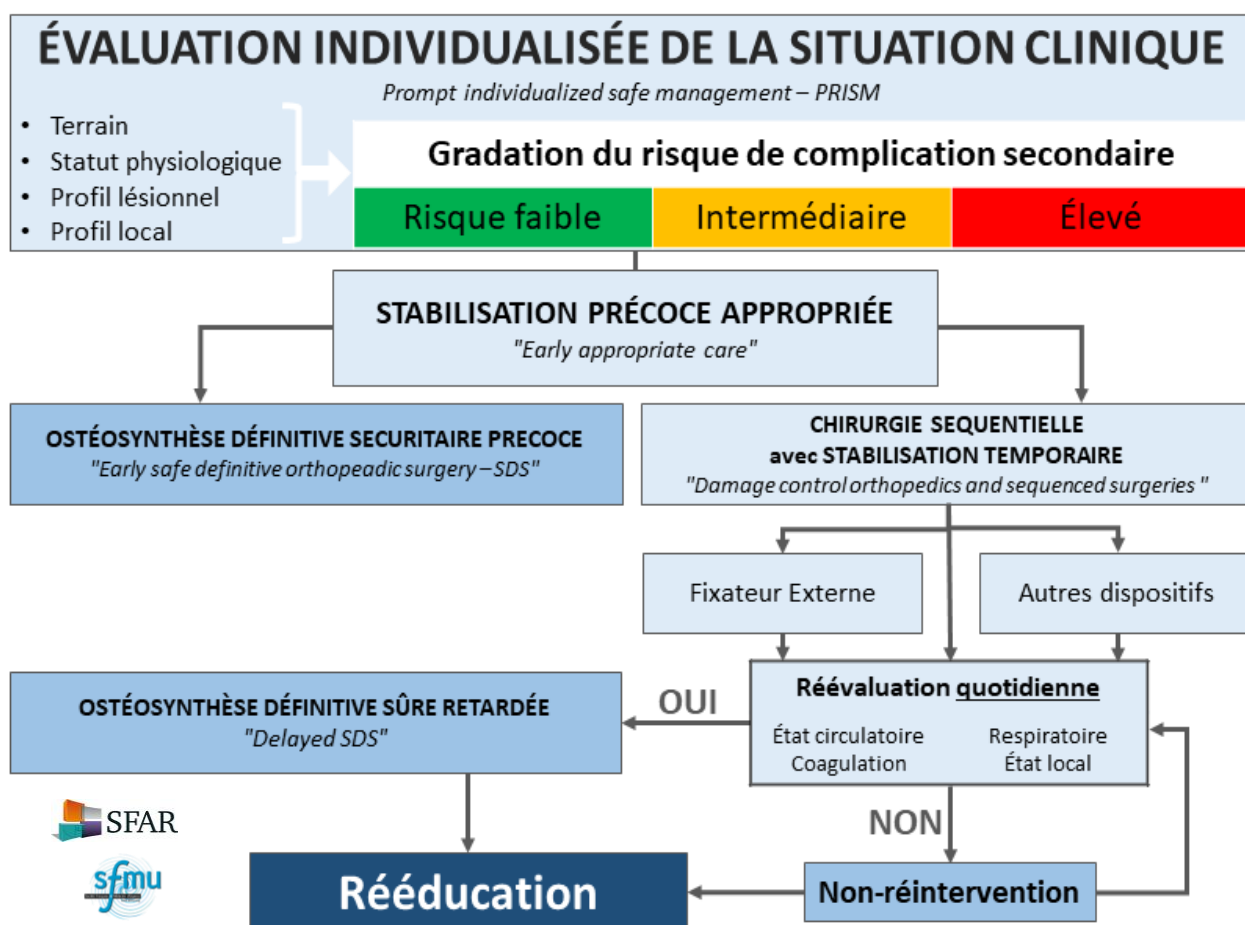


Figure 3. Orientation de la stratégie de stabilisation précoce ou retardée appropriée en fonction des critères cliniques et lésionnels (**Tableau 1**)

Question 5. Chez le patient traumatisé grave de membre(s) présentant une atteinte vasculaire, et/ou un délabrement majeur, quels sont les éléments qui permettent d'orienter la stratégie chirurgicale et de décider soit du sauvetage de membre soit de l'amputation : en cas de stabilité hémodynamique / en cas de choc hémorragique.

Experts : O Barbier (SOFCOT, SSA), D Garrigue (SFAR), Y Georg (SFCV)

R5.1 – En cas de stabilité hémodynamique, il est probablement recommandé de procéder à un sauvetage du membre.

Grade 2+ (Accord FORT)

Argumentaire : Les critères cliniques d'évolution défavorable après un TSM sont les comorbidités du patient, les lésions d'organes associées, les lésions nerveuses initiales, les pertes de substances majeures, les lésions vasculaires proximales, les fractures osseuses associées, les délais de prise en charge thérapeutique, la cause du traumatisme et le niveau proximal de l'amputation traumatique. Néanmoins l'évolution psychologique et la qualité de vie des patients (évaluées respectivement par les échelles *Sickness Impact Profile* et *Short Form-36*) restent supérieures lorsqu'une réimplantation de membre est réussie [1]. Une amputation secondaire précoce pourra être effectuée en cas d'évolution défavorable. Ladlow, *et al.* [2] concluent qu'il n'y a aucun obstacle à la poursuite du sauvetage d'un membre si celui-ci est chirurgicalement possible, tant les amputations retardées ont un résultat fonctionnel équivalent à celui des amputations immédiates. Les durées de séjour sont peu différentes entre les deux choix thérapeutiques [3–5]. Les patients avec une stratégie de sauvetage de membre nécessitent souvent plusieurs interventions et sont plus susceptibles d'être ré-hospitalisés [4,6]. L'amputation peut être préférable pour une durée plus courte de réadaptation, moins de chirurgies supplémentaires et probabilité moindre de réhospitalisation, alors que la reconstruction peut avoir de meilleurs résultats psychologiques. L'amputation, initiale ou secondaire, présente des bénéfices supplémentaires en termes fonctionnels si elle est réalisée en site sous-gonal. En définitive, des résultats fonctionnels équivalents sont possibles avec les deux options, si bien que la prise en charge doit plutôt se fonder sur l'état des membres, l'influence des comorbidités, les préférences du patient et le savoir-faire propre du chirurgien [1]. Busse, *et al.* [4] ont observé 67 % de récupération d'une sensibilité à deux ans pour une cohorte de 601 patients, dont 55 avaient une atteinte nerveuse initiale jugée sur l'absence de sensibilité plantaire.

Références :

- [1] Akula M, Gella S, Shaw CJ, McShane P, Mohsen AM. A meta-analysis of amputation versus limb salvage in mangled lower limb injuries—The patient perspective. *Injury* 2011;42:1194–7.
- [2] 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* 2016;98:1996–2005.
- [3] 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. *Orthop Traumatol Surg Res*

2018;104:277–81.

- [4] Busse JW, Jacobs CL, Swiontkowski MF, Bosse MJ, Bhandari M. Complex limb salvage or early amputation for severe lower-limb injury: A meta-analysis of observational studies. *J Orthop Trauma* 2007;21:70–6.
- [5] van Dongen TTCF, Huizinga EP, de Kruijff LGM, van der Krans AC, Hoogendoorn JM, Leenen LPH, et al. Amputation: Not a failure for severe lower extremity combat injury. *Injury* 2017;48:371–7.
- [6] Saddawi-Konefka D, Kim HM, Chung KC. A Systematic review of outcomes and complications of reconstruction and amputation for type IIIB and IIIC fractures of the tibia. *Plast Reconstr Surg* 2008;122:1796–805.

R5.2 – En cas de choc hémorragique associé à un traumatisme grave de membre(s), il est probablement recommandé d’appliquer une stratégie de *damage control*. Aucun critère de gravité considéré isolément n’impose le recours à une amputation.

Grade 2+ (Accord FORT)

Argumentaire : Le choix de la stratégie de *damage control* doit tenir compte de l’état du patient, de l’expérience de l’opérateur et être le fruit d’une discussion collégiale. Les situations cliniques associées au choc hémorragique favorisant la décision d’amputation initiale sont : une amputation traumatique complète [1], une perte de substance telle qu’un recouvrement cutané est impossible (avec des risques infectieux majeurs), une section avérée du nerf tibial [2], des fractures multiples avec perte osseuse ou des lésions vasculaires ischémiques [3]. Delhey, *et al* [4] retrouvait 8,5 % de patients ayant bénéficié d’une tentative de reconstruction au sein d’une population « limite » de 481 patients sur 926, définie par : ISS > 20, AIS thoracique > 2, AIS abdominal ou pelvien > 2, pression artérielle systolique (PAS) initiale < 90 mmHg, ISS > 40 sans lésion thoracique, un traumatisme de membre associé à une contusion pulmonaire bilatérale radiologique. Dans cette population limite, la mortalité des patients non réimplantés était de 30,5 % alors que dans la population globale la mortalité était de 17,7 %. Moins le score ISS et l’excès de base étaient élevés et plus la PAS, le taux d’hémoglobine et le temps de Quick étaient proches des valeurs physiologiques, plus la réimplantation semble être sûre [4].

Un score MESS > 7 (*Mangled Extremity Severity Score*) ainsi qu’un score MESI > 20 (*Mangled Upper Extremity Injury*) sont largement considérés comme des seuils acceptables pour guider une amputation initiale [5]. Pour autant, Kumar, *et al*. [6], dans une étude prospective récente, ne retrouvaient qu’un taux d’amputation de 43,2 % dans la population de patients présentant un score MESS > 8. Sur 230 patients présentant des lésions vasculaires, un score MESS à 8 était associé à une augmentation de la durée de séjour à l’hôpital, mais pas au risque d’amputation : 81,3 % des membres sauvés, seuls 18,7 % d’amputations secondaires avec MESS > 8. Il n’était pas retrouvé de différence statistique entre le score MESS et le taux d’amputation [6]. Ray, *et al* [7] proposaient un score MESS > 11 pour faciliter le choix d’une amputation initiale, impliquant une évolution défavorable dans 75 % des cas dans leur cohorte de 108 patients. En analyse multivariée le score MESS n’apparaît néanmoins pas être un facteur de risque indépendant de gravité et ne doit donc pas être considéré isolément [7]. Le niveau

d'amputation sus ou sous-gonal a un impact majeur en terme fonctionnel, inverse au niveau d'amputation [8].

Les délais d'ischémie sont des arguments fréquemment évoqués pour argumenter une amputation. A la phase précoce, une ischémie froide d'une durée supérieure à six heures augmente les risques d'échec de réimplantation à 87 % vs. 61 % en deçà de ce délai. Les techniques de chirurgie vasculaire comme par exemple l'utilisation d'un shunt vasculaire permettent aujourd'hui d'améliorer le pronostic [9]. Le délai d'ischémie doit être considéré comme un critère relatif plutôt que comme un marqueur prédictif indépendant d'amputation [10]. Pour les amputations secondaires, un délai long synonyme de ré-hospitalisations fréquentes, de pronostic fonctionnel altéré, ont un impact psychologique défavorable [11,12].

Références :

- [1] Prasarn ML, Helfet DL, Kloen P. Management of the mangled extremity. *Strateg Trauma Limb Reconstr* 2012;7:57–66.
- [2] Bosse MJ, McCarthy ML, Jones AL, Webb LX, Sims SH, Sanders RW, et al. The insensate foot following severe lower extremity trauma: An indication for amputation? *J Bone Joint Surg Am* 2005;87:2601–8.
- [3] MacKenzie EJ, Bosse MJ, Kellam JF, Burgess AR, Webb LX, Swiontkowski MF, et al. Factors influencing the decision to amputate or reconstruct after high-energy lower extremity trauma. *J Trauma* 2002;52:641–9.
- [4] Delhey P, Huber S, Hanschen M, Häberle S, Trentzsch H, Deiler S, et al. Significance of traumatic macroamputation in severely injured patients: An analysis of the traumaregister DGU®. *Shock* 2015;43:233–7.
- [5] Kumar RS, Singhi PK, Chidambaram M. Are we justified doing salvage or amputation procedure based on mangled extremity severity score in mangled upper extremity injury. *J Orthop Case Rep* 2017;7:3-8.
- [6] Loja MN, Sammann A, DuBose J, Li CS, Liu Y, Savage S, et al. The mangled extremity score and amputation: Time for a revision. *J Trauma Acute Care Surg* 2017;82:518–23.
- [7] Ray HM, Sandhu HK, Meyer DE, Miller CC, Vowels TJ, Afifi RO, et al. Predictors of poor outcome in infrainguinal bypass for trauma. *J Vasc Surg* 2019;70:1816–22.
- [8] Working ZM, Elliott I, Marchand LS, Jacobson LG, Presson AP, Stuart A, et al. Predictors of amputation in high-energy forefoot and midfoot injuries. *Injury* 2017;48:536–41.
- [9] Glass GE, Pearse MF, Nanchahal J. Improving lower limb salvage following fractures with vascular injury: a systematic review and new management algorithm. *J Plast Reconstr Aesthet Surg* 2009;62:571–9.
- [10] Fowler J, Macintyre N, Rehman S, Gaughan JP, Leslie S. The importance of surgical sequence in the treatment of lower extremity injuries with concomitant vascular injury: A meta-analysis. *Injury* 2009;40:72–6.
- [11] Krueger CA, Rivera JC, Tennent DJ, Sheean AJ, Stinner DJ, Wenke JC. Late amputation may not reduce complications or improve mental health in combat-related, lower extremity limb salvage patients. *Injury* 2015;46:1527–32.
- [12] Thomas SB, Schechtman DW, Walters TJ, Kauvar DS. Predictors and timing of amputations in military lower extremity trauma with arterial injury. *J Trauma Acute Care Surg* 2019;87 (1S Suppl 1):S172-7.

Question 6. Chez le patient victime de traumatisme sévère de membre(s), quelles sont les modalités de prévention du risque septique pour réduire la morbi-mortalité ?

Experts : K Tazarourte (SFMU), C Roger (SFAR), S Travers (SFMU, SSA)

R6.1 – Il est probablement recommandé d'administrer une antibioprophylaxie en cas de traumatisme sévère avec fracture ouverte de membres le plus rapidement possible et pour une durée maximale de 48 à 72 heures (à l'exception d'une infection avérée).

Grade 2+ (Accord FORT)

Argumentaire : La prévention du risque infectieux est primordiale dans la prise en charge des fractures de membres. La survenue d'une infection précoce est associée à une morbi-mortalité importante, principalement marquée par la survenue d'une ostéomyélite, d'un défaut de consolidation ou de cicatrisation. Le risque de survenue d'infection est élevé principalement en cas de traumatisme ouvert de membres. Après traumatisme fermé de membres, le taux d'infection est de l'ordre de 1 % [1] alors que ce taux varie de 6 à 44 % après fracture ouverte selon le type de fracture, le terrain du patient et selon la définition de l'infection considérée [2]. Dans le cas d'un traumatisme fermé de membres, l'administration d'une antibioprophylaxie ainsi que le choix du type d'antibioprophylaxie va dépendre de la prise en charge chirurgicale ou non de la fracture fermée de membres, et suivre les recommandations de la SFAR [3]. La durée d'antibioprophylaxie, habituellement de 48 heures, n'excèdera pas 72 heures et cette durée maximale sera limitée aux fractures de grade III pour être en accord avec la méta-analyse de Messner, *et al.* [4] ainsi que les recommandations internationales existantes [5-8]. Après un traumatisme de membres avec fracture ouverte, l'administration d'une antibioprophylaxie est associée à un taux d'infections précoces significativement plus bas dans deux méta-analyses [9,10]. Néanmoins, il est important de préciser que les essais randomisés inclus dans les méta-analyses, bien qu'entachés d'un faible risque de biais, ont été réalisés dans les années 1980 avec des molécules, des posologies et des modalités d'administration (durées notamment) différentes des pratiques actuelles. D'autre part, la majorité des études prospectives sur le bénéfice potentiel de l'antibioprophylaxie des traumatismes ouverts de membre comportaient des biais méthodologiques importants. Il semble toutefois peu probable qu'un nouvel essai randomisé contrôlé comparant l'antibioprophylaxie à l'absence d'antibioprophylaxie soit mené. Le type de molécule antibiotique administré dépend du type de fracture ouverte selon la classification de Gustilo, *et al.* (**Figure 2**) [11], des recommandations ainsi que de l'écologie locale. Le moment optimal d'administration de l'antibioprophylaxie reste incertain. Une étude prospective incluant 1104 patients retrouvait un taux d'infection plus élevé (7,4 % vs 4,7 %) lorsque l'antibioprophylaxie était administrée au-delà de la troisième heure [2]. A l'inverse, une revue systématique de la littérature en 2014 ne permettait pas de conclure à un impact du délai d'administration de l'antibioprophylaxie du fait de l'absence de haut niveau de preuves [12]. L'application d'une antibiothérapie locale adjuvante est associée à une réduction du taux d'infections après fracture ouverte de membres (14,4 % ; IC₉₅ % [10,5 - 18,5 %] vs. 4 % ; IC₉₅ % [0,0 - 9,4 %], OR = 0,17) sans preuve définitive de son efficacité en l'absence d'essai

randomisé [13]. Aucun argument à l'heure actuelle ne justifie de prolonger l'antibioprophylaxie au-delà de la 72^{ème} heure, durée préconisée par différentes recommandations de sociétés savantes de chirurgie [14,15]. Dans une méta-analyse publiée en 2015 regroupant 1104 patients, aucune différence significative en termes de taux d'infections n'était démontrée entre les patients recevant une antibioprophylaxie prolongée (trois à cinq jours) comparée à une antibioprophylaxie courte durant 24 heures [10]. Toutefois, le niveau de preuves reste faible compte tenu de l'absence d'essai randomisé bien conduit sur cette question. Enfin, il est important d'intégrer l'antibioprophylaxie dans un ensemble de mesures de prévention du risque infectieux après fracture de membres (**Figure 4**).

Références :

- [1] Trampuz A, Zimmerli W. Diagnosis and treatment of infections associated with fracture-fixation devices. *Injury* 2006;37 Suppl 2:S59–66.
- [2] Patzakis MJ, Wilkins J. Factors influencing infection rate in open fracture wounds. *Clin Orthop Relat Res* 1989;243:36–40.
- [3] Martin C, Auboyer C, Boisson M, Dupont H, Gauzit R, Kitzis M, et al. Antibioprophylaxis in surgery and interventional medicine (adult patients). Update 2017. *Anaesth Crit Care Pain Med* 2019;38:549–62.
- [4] Messner J, Papakostidis C, Giannoudis PV, Kanakaris NK. Duration of administration of antibiotic agents for open fractures: Meta-analysis of the existing evidence. *Surg Infect (Larchmt)* 2017;18:854–67.
- [5] Zalavras CG. Prevention of infection in open fractures. *Infect Dis Clin North Am* 2017;31:339–52.
- [6] Chang Y, Bhandari M, Zhu KL, Mirza RD, Ren M, Kennedy SA, et al. Antibiotic Prophylaxis in the Management of Open Fractures: A Systematic Survey of Current Practice and Recommendations. *JBJS Rev.* 2019;7:e1
- [7] Hoff WS, Bonadies JA, Cachecho R, Dorlac WC. East practice management guidelines work group: update to practice management guidelines for prophylactic antibiotic use in open fractures. *J Trauma* 2011;70:751–4.
- [8] Polytrauma Guideline Update Group. Level 3 guideline on the treatment of patients with severe/multiple injuries : AWMF Register-Nr. 012/019. *Eur J Trauma Emerg Surg* 2018;44(Suppl 1):3-271.
- [9] Gosselin RA, Roberts I, Gillespie WJ. Antibiotics for preventing infection in open limb fractures. *Cochrane Database Syst Rev* 2004;CD003764.
- [10] Chang Y, Kennedy SA, Bhandari M, Lopes LC, Bergamaschi Cde C, Carolina de Oliveira E Silva M, et al. Effects of antibiotic prophylaxis in patients with open fracture of the extremities: A systematic review of randomized controlled trials. *JBJS Rev* 2015;3:01874474-201503060-00002.
- [11] Gustilo RB, Mendoza RM, Williams DN. Problems in the management of type III (severe) open fractures: a new classification of type III open fractures. *J Trauma* 1984;24:742–6
- [12] Whitehouse MR, McDaid C, Kelly MB, Moran CG, Costa ML. The effect of timing of antibiotic delivery on infection rates related to open limb fractures: a systematic review. *Emerg Med J EMJ* 2017;34:613–20.
- [13] Craig J, Fuchs T, Jenks M, Fleetwood K, Franz D, Iff J, et al. Systematic review and meta-analysis of the additional benefit of local prophylactic antibiotic therapy for infection rates in open tibia fractures treated with intramedullary nailing. *Int Orthop* 2014;38:1025–30.
- [14] Hauser CJ, Adams CA, Eachempati SR, Council of the surgical infection society. Surgical infection society guideline: prophylactic antibiotic use in open fractures: an evidence-based guideline. *Surg Infect* 2006;7:379–405.
- [15] Court-Brown CM, Cross AT, Hahn DM, Marsh DR, Willett K, Quaba AAWF, et al. A report by the British orthopaedic association/British association of plastic surgeons working party on the management of open tibial fractures. *Br J Plast Surg* 1997;50:570–83.

LE PLUS TÔT POSSIBLE

1. Antibiotoprophylaxie systématique active sur les cocci Gram Positifs et les anaérobies :
 - Amoxicilline + ac clavulanique ou céphalosporines (RFE SFAR 2018)
 - si allergie : clindamycine ± gentamicine
2. Lavage abondant de la plaie
3. Emballage dans un pansement stérile humide
4. Immobilisation de la fracture
5. Vérification du statut antitétanique par test immunochromatographique et SAT/VAT selon HAS 2013
6. Prise en charge chirurgicale
 - Irrigation
 - Débridement ± parage
 - Stabilisation de la fracture
 - Recherche de lésions associées vasculo-nerveuses
 - Couverture cutanée

Figure 4 : Mesures de prévention du risque infection d'un patient victime d'un traumatisme sévère de membre

R6.2 – Il ne faut probablement pas réaliser de prélèvements microbiologiques systématiques au bloc opératoire lors d'un traumatisme sévère avec fracture ouverte de membres.

Grade 2- (Accord FORT)

Argumentaire : Le taux d'infections précoces secondaires à un traumatisme ouvert de membre varie considérablement dans la littérature, de 6 à 44 % selon les études et les définitions de l'infection [1–3]. Afin de dépister et/ou diagnostiquer les patients à risque d'infection d'un traumatisme ouvert de membre, la réalisation de prélèvements microbiologiques en pré- ou peropératoires a été évaluée dans plusieurs études observationnelles menées ces vingt dernières années [1–3]. Dans une étude rétrospective incluant 245 patients, ces prélèvements s'avéraient non contributifs dans 47 % des cas [4]. Les cultures préopératoires étaient positives dans 8 % des cas de patients infectés tandis que 7 % des patients avec cultures négatives ont développé une infection post-opératoire. Les prélèvements peropératoires semblent plus sensibles pour détecter les patients à risque d'infection comparés aux prélèvements préopératoires. Toutefois, le pathogène responsable de l'infection n'était retrouvé dans les prélèvements peropératoires que dans zéro à 56 % des cas selon l'étude considérée [1,4], amenant à la conclusion de l'inefficacité des prélèvements peropératoires systématiques.

Bien que moins fréquentes, les infections fongiques invasives (IFI) post-traumatiques sont caractérisées par une mortalité élevée (7,8 %) et une morbidité importante principalement marquée par un taux élevé d'amputations de membres [5,6]. Les espèces de type *Mucorales*, *Aspergillus*, *Scedosporium* et *Fusarium* sont les plus fréquemment rencontrées dans la population civile. Dans 50 à 70 % des cas, une co-infection bactérienne est retrouvée. Les principaux facteurs associés à la survenue d'une IFI post-traumatique dans la population militaire sont un volume transfusionnel élevé, le niveau d'amputation au-dessus du genou, ainsi que les traumatismes secondaires à une explosion [7]. Dans la population civile, le nombre de lésions, le caractère pénétrant de ces lésions, la contamination par l'environnement et l'existence d'une rhabdomyolyse ont été identifiés comme facteurs de risque [8]. Malgré la morbi-mortalité élevée associée à ces IFI, aucune donnée à l'heure actuelle ne permet de justifier la réalisation d'un prélèvement peropératoire systématique à la recherche d'une IFI dans la population civile. Une étude réalisée dans la population militaire a démontré l'intérêt d'une stratégie de recherche précoce des infections fongiques pour réduire le délai de diagnostic et de traitement de ces infections et d'en améliorer le pronostic [9]. De telles données ne sont pas disponibles à l'heure actuelle pour la population civile. Un prélèvement microbiologique à la recherche d'une IFI post traumatique peut être réalisé en cas de nécrose cutanée étendue et persistante ou de présence de moisissures sur les plaies.

Références :

- [1] Faisham WI, Nordin S, Aidura M. Bacteriological study and its role in the management of open tibial fracture. Med J Malaysia 2001;56:201–6.
- [2] Lingaraj R, Santoshi JA, Devi S, Najimudeen S, Gnanadoss JJ, Kanagasabai R, et al. Predebridement wound culture in open fractures does not predict postoperative wound infection: A pilot study. J Nat Sci Biol Med

2015;6:S63–8.

- [3] Valenziano CP, Chattar-Cora D, O'Neill A, Hubli EH, Cudjoe EA. Efficacy of primary wound cultures in long bone open extremity fractures: are they of any value? Arch Orthop Trauma Surg 2002;122:259–61.
- [4] Lee J. Efficacy of cultures in the management of open fractures. Clin Orthop 1997;71–5.
- [5] Weintrob AC, Weisbrod AB, Dunne JR, Rodriguez CJ, Malone D, Lloyd BA, et al. Combat trauma-associated invasive fungal wound infections: epidemiology and clinical classification. Epidemiol Infect 2015;143:214–24.
- [6] Warkentin TE, Shaikh F, Weintrob AC, Rodriguez CJ, Murray CK, Lloyd BA, et al. Impact of mucorales and other invasive4 molds on clinical outcomes of polymicrobial traumatic wound infections. J Clin Microbiol 2015;53:2262–70.
- [7] Rodriguez CJ, Weintrob AC, Shah J, Malone D, Dunne JR, Weisbrod AB, et al. Risk factors associated with invasive fungal infections in combat trauma. Surg Infect 2014;15:521–6.
- [8] Kronen R, Liang SY, Bochicchio G, Bochicchio K, Powderly WG, Spec A. Invasive fungal infections secondary to traumatic injury. Int J Infect Dis 2017;62:102–11.
- [9] Lloyd B, Weintrob AC, Rodriguez C, Dunne JR, Weisbrod AB, Hinkle M, et al. Effect of early screening for invasive fungal infections in U.S. service members with explosive blast injuries. Surg Infect 2014;15:619–26.

Question 7. Chez le patient atteint de traumatisme sévère de membre(s) inférieur(s), quelles sont les modalités de prévention de la maladie thromboembolique veineuse qui peuvent réduire la morbi-mortalité ?

Experts : P Pasquier (SFAR, SSA), S Hamada (SFAR), Y Georg (SFCV), D Garrigue (SFAR)

R7.1 – Chez les patients victimes de traumatisme sévère de membre(s) inférieur(s), il est recommandé d’instaurer une thromboprophylaxie médicamenteuse précoce par héparine de bas poids moléculaire (HBPM), après contrôle de l’hémorragie et de l’hémostase, dont le délai d’instauration sera modulé par le bilan lésionnel

Grade 1+ (Accord FORT)

R7.2 – Il n’est pas recommandé de mettre en place un filtre cave chez des patients à risque thrombo-embolique majeur en dehors d’une contre-indication au traitement pharmacologique et mécanique (par compression veineuse intermittente)

Grade 1- (Accord FORT)

Argumentaire : La maladie thromboembolique veineuse (MTEV) associant thrombose veineuse profonde (TVP) et embolie pulmonaire (EP), est une complication potentiellement mortelle chez les patients traumatisés sévères des membres inférieurs. C'est l'une des causes de décès évitable à l'hôpital chez les patients traumatisés survivant à leurs blessures [1]. En dehors du traumatisé sévère (anciennement « polytraumatisme »), les patients présentant des fractures isolées de membres inférieurs potentiellement immobilisés par attelle, plâtre ou fixateur externe, présentent un risque accru de maladie thromboembolique veineuse et plus précisément de thrombose veineuse profonde [2]. Le risque n’est pas le même en fonction de la zone anatomique fracturée : les fractures du fémur et du plateau tibial sont considérées à

risque thromboembolique élevé ; les fractures du tibia, de la cheville, du pied, la rupture du tendon d'Achille et l'immobilisation sous plâtre sont considérées comme à risque thromboembolique modéré [3]. Par-delà le risque lié à la zone fracturaire, le risque associé au patient doit être évalué de façon individualisée [4]. Il existe plusieurs scores différents, ou des listes de critères qui regroupent en général les mêmes facteurs de risque : GEMNET [5], NICE [6], L-TRiP(cast) [7], Risk Assessment Profile Score [8].

Le diagnostic des TVP reste un challenge diagnostique pour le clinicien car les indices cliniques sont frustes et trouvés chez moins de 10 % des patients [9]. La recherche systématique chez tous les patients par échographie-doppler veineux combiné n'est à ce jour pas recommandée [10]. La prévention de la MTEV chez ces patients passe donc par :

- 1) une évaluation du risque lié à la zone traumatisée ;
- 2) une évaluation du risque lié au patient lui-même ;
- 3) l'évaluation de la faisabilité de la mise en place d'une compression intermittente mécanique, rarement possible en cas de traumatisme de membre ;
- 4) le choix d'une thromboprophylaxie pharmacologique [11] ;
- 5) en cas de risque majeur de MTEV, de contre-indication à la thromboprophylaxie pharmacologique, il faudra envisager le recours à une interruption partielle de la veine cave inférieure par un filtre cave [10]. Dans cette situation, il est suggéré d'utiliser un filtre cave optionnel et le cas échéant, il est recommandé de prévoir d'emblée le retrait du filtre à distance du traumatisme (grade 2+) [3]. L'utilisation combinée d'un filtre cave et d'une thromboprophylaxie chez des patients polytraumatisés a été comparée à la thromboprophylaxie seule dans une méta-analyse [12]. Il n'a pas été montré de différence en termes de mortalité. Une embolie pulmonaire était évitée pour 109 sur 962 patients ayant bénéficié de l'implantation d'un filtre.

Pour le choix des thérapeutiques, il est bien décrit que les HBPM sont les traitements de référence pour la prophylaxie de la MTEV depuis plus de vingt ans [3,13,14]. Quelques études comparant les anticoagulants oraux directs montraient une réduction de TVP plus importante avec du fondaparinux par rapport à la nadroparine pour les traumatismes de membres inférieurs avec facteurs de risque de MTEV surajoutés [15,16]. Concernant le délai, l'introduction de thromboprophylaxie pharmacologique dans les 36 premières heures suivant un traumatisme semble sûr chez tous les patients, y compris ceux avec des lésions d'organe solide ou des lésions cérébrales traumatiques sans augmentation significative du saignement [17].

Références :

- [1] Acosta JA, Yang JC, Winchell RJ, Simons RK, Fortlage DA, Hollingsworth-Fridlund P, et al. Lethal injuries and time to death in a level I trauma center. J Am Coll Surg 1998;186:528–33.
- [2] Zee AA, van Lieshout K, van der Heide M, Janssen L, Janzing HM. Low molecular weight heparin for prevention of venous thromboembolism in patients with lower-limb immobilization. Cochrane Database Syst Rev 2017;8:CD006681.
- [3] Samama C-M, Gafsou B, Jeandel T, Laporte S, Steib A, Marret E, et al. Prévention de la maladie thromboembolique veineuse postopératoire. Actualisation 2011. Texte court. Ann Fr Anesth Réanimation

2011;30:947–51.

- [4] Nemeth B, Cannegieter SC. Venous thrombosis following lower-leg cast immobilization and knee arthroscopy: From a population-based approach to individualized therapy. *Thromb Res* 2019;174:62–75.
- [5] Roberts C, Horner D, Coleman G, Maitland L, Curl-Roper T, Smith R, et al. Guidelines in emergency medicine network (GEMNet): guideline for the use of thromboprophylaxis in ambulatory trauma patients requiring temporary limb immobilisation. *Emerg Med J* 2013;30:968–82.
- [6] Gee E. The National VTE exemplar centres network response to implementation of updated NICE guidance: venous thromboembolism in over 16s: reducing the risk of hospital-acquired deep vein thrombosis or pulmonary embolism (NG89). *Br J Haematol* 2019;186:792–3.
- [7] Nemeth B, Van Adrichem RA, Van Hylckama Vlieg A, Bucciarelli P, Martinelli I, Baglin T, et al. Venous thrombosis risk after cast immobilization of the lower extremity: derivation and validation of a clinical prediction score, L-TRIP(cast), in three population-based case-control studies. *PLoS Med* 2015;12:e1001899.
- [8] Gearhart MM, Luchette FA, Proctor MC, Lutonski DM, Witsken C, James L, et al. The risk assessment profile score identifies trauma patients at risk for deep vein thrombosis. *Surgery* 2000;128:631–40.
- [9] Knudson MM, Collins JA, Goodman SB, McCrory DW. Thromboembolism following multiple trauma. *J Trauma* 1992;32:2–11.
- [10] Duranteau J, Taccone FS, Verhamme P, Ageno W, ESA VTE Guidelines task force. European guidelines on perioperative venous thromboembolism prophylaxis: Intensive care. *Eur J Anaesthesiol* 2018;35:142–6.
- [11] Barrera LM, Perel P, Ker K, Cirocchi R, Farinella E, Morales Uribe CH. Thromboprophylaxis for trauma patients. *Cochrane Database Syst Rev* 2013;CD008303.
- [12] Haut ER, Garcia LJ, Shihab HM, Brotman DJ, Stevens KA, Sharma R, et al. The effectiveness of prophylactic inferior vena cava filters in trauma patients: a systematic review and meta-analysis. *JAMA Surg* 2014;149:194–202.
- [13] Mismetti P, Laporte S, Darmon JY, Buchmüller A, Decousus H. Meta-analysis of low molecular weight heparin in the prevention of venous thromboembolism in general surgery. *Br J Surg* 2001;88:913–30.
- [14] Samama C-M, Albaladejo P, Laversin S, Marret E. Prévention de la maladie thromboembolique veineuse périopératoire et obstétricale. *Ann Fr Anesth Réanimation* 2005;24:853–61.
- [15] Samama C, Lecoules N, Kierzek G, Claessens YE, Riou B, Rosencher N, et al. Comparison of fondaparinux with low-molecular-weight heparin for VTE prevention in patients requiring rigid or semi-rigid immobilization for isolated non-surgical below-knee injury. *J Thromb Haemost* 2013;11:1833–43.
- [16] Lassen MR, Haas S, Kreutz R, Mantovani LG, Holberg G, Turpie AGG. Rivaroxaban for thromboprophylaxis after fracture-related orthopedic surgery in routine clinical practice. *Clin Appl Thromb* 2016;22:138–46.
- [17] Foreman PM, Schmalz PGR, Griessenauer CJ. Chemoprophylaxis for venous thromboembolism in traumatic brain injury: a review and evidence-based protocol. *Clin Neurol Neurosurg* 2014;123:109–16.

Question 8. Chez le patient traumatisé grave de membre(s), quelle stratégie thérapeutique permet de diminuer la morbi-mortalité liée à l'apparition d'un syndrome des loges ?

Experts : P Pasquier (SFAR), S Hamada (SFAR), Y Georg (SFCV), D Garrigue (SFAR)

R8 – Chez le patient traumatisé sévère de membre(s), les experts suggèrent d'effectuer une fasciotomie précoce en cas de syndrome de loge récemment constitué pour réduire l'incidence des répercussions fonctionnelles.

Avis d'experts (Accord FORT)

Argumentaire : Chez le patient traumatisé sévère de membre(s), les facteurs de risque suivants sont associés à une augmentation du risque de survenue d'un syndrome de loge : fracture, contusion par mécanisme d'écrasement, lésion hémorragique ou reperfusion d'une lésion ischémique et hypotension [1,2]. Chez le patient traumatisé grave de membre(s) présentant un ou plusieurs facteurs de risque favorisant la survenue d'un syndrome de loge, les experts suggèrent de rechercher de manière répétée (toutes les 30 minutes à deux heures), au cours des 24 heures suivant la prise en charge, la présence de l'un ou l'autre des signes cliniques suivants : douleur (spontanée ou à la mise sous tension par flexion ou extension passive), tension, paresthésie, parésie ou une augmentation de la valeur de mesure de la pression intracompartimentale. La pâleur, la paralysie et la diminution du pouls sont des signes trop tardifs pour que leur absence rassure le clinicien. En effet, les 4P des anglo-saxons sont « *pain, pain with passive stretch, paresthesia, et paresis* ». « *Pulselessness et Palor* » sont des signes trop tardifs qui, lorsqu'ils sont présents, traduisent le caractère souvent irréversible du syndrome des loges [2–6]. Ces signes cliniques sont néanmoins difficiles à rechercher, en particulier chez le patient sous sédation ou présentant des troubles de conscience. Enfin ces signes cliniques ont une faible sensibilité pour le diagnostic de syndrome des loges, mais une haute valeur prédictive négative [4]. Une mesure de pression intracompartimentale ≥ 30 mmHg ou une pression différentielle < 30 mmHg (pression artérielle diastolique - pression intracompartimentale) sont des examens utiles pour le dépistage du syndrome des loges [2]. Chez le patient traumatisé grave de membre(s) présentant un syndrome de loge récemment constitué, le traitement repose sur une fasciotomie précoce. Cette fasciotomie comprend une incision large de la peau, du tissu sous-cutané et du fascia. La fasciotomie doit permettre l'ouverture de toutes les loges d'un segment, et peut nécessiter la réalisation d'une ou plusieurs incisions cutanées et aponévrotiques [7].

Références :

- [1] McQueen MM, Gaston P, Court-Brown CM. Acute compartment syndrome. Who is at risk? J Bone Joint Surg Br 2000;82:200–3.
- [2] McQueen MM, Court-Brown CM. Compartment monitoring in tibial fractures. The pressure threshold for decompression. J Bone Joint Surg Br 1996;78:99–104.
- [3] Al-Dadah OQ, Darrah C, Cooper A, Donell ST, Patel AD. Continuous compartment pressure monitoring vs. clinical monitoring in tibial diaphyseal fractures. Injury 2008;39:1204–9.
- [4] Ulmer T. The clinical diagnosis of compartment syndrome of the lower leg: are clinical findings predictive of the disorder? J Orthop Trauma 2002;16:572–7.
- [5] Wind TC, Saunders SM, Barfield WR, Mooney JF, Hartsock LA. Compartment syndrome after low-energy tibia fractures sustained during athletic competition. J Orthop Trauma 2012;26:33–6.
- [6] McQueen MM, Duckworth AD, Aitken SA, Court-Brown CM. The estimated sensitivity and specificity of compartment pressure monitoring for acute compartment syndrome. J Bone Joint Surg Am 2013;95:673–7.
- [7] Bible JE, McClure DJ, Mir HR. Analysis of single-incision versus dual-incision fasciotomy for tibial fractures with acute compartment syndrome. J Orthop Trauma 2013;27:607–11.

Question 9. Chez le patient atteint de rhabdomyolyse aigüe post-traumatique après traumatisme de membre(s), quelles sont les modalités de détection et de prévention de l'insuffisance rénale aigüe ?

Experts : J Charbit (SFAR), P Bouzat (SFAR), B Prunet (SFAR, SFMU, SSA), Y Georg (SFCV)

R9.1 – Pour détecter le risque de survenue d'une insuffisance rénale aigüe chez le patient atteint de rhabdomyolyse aigüe post-traumatique après traumatisme de membre(s), il est probablement recommandé de réaliser :

- un bilan biologique répété associant un dosage plasmatique de la myoglobine, de la créatine phosphokinase (CPK) et de la kaliémie
- un sondage urinaire permettant de monitorer la diurèse horaire et le pH urinaire (objectif $\geq 6,5$).

Grade 2+ (Accord FORT)

Argumentaire : L'élévation du taux de CPK au-delà de cinq fois la normale signe la rhabdomyolyse, soit environ 1000 UI.L^{-1} [1]. Dans une population de patients présentant un *crush syndrome* dans les suites d'un séisme [2], un taux de CPK supérieur à $75\,000 \text{ UI.L}^{-1}$ était associé avec plus de 80 % de défaillance rénale. La myoglobine est responsable d'une obstruction intraluminale des tubules rénaux qui entraîne une réduction du taux de filtration glomérulaire. Dans certaines études, il apparaît que le dosage de la myoglobine plasmatique, dont le pic de concentration plasmatique est plus précoce que celui des CPK, serait plus sensible et spécifique que celui des CPK pour identifier le risque de survenue d'une insuffisance rénale aigüe, elle-même corrélée avec une augmentation de la mortalité [3,4]. Ce bilan sera utilement complété par un dosage plasmatique du potassium à la recherche d'une hyperkaliémie, et d'une évaluation de la fonction rénale grâce à un dosage de la créatinine plasmatique.

Références :

- [1] Safari S, Yousefifard M, Hashemi B, et al. The value of serum creatine kinase in predicting the risk of rhabdomyolysis-induced acute kidney injury: a systematic review and meta-analysis. *Clin Exp Nephrol*. 2016;20:153-61.
- [2] Oda J, Tanaka H, Yoshioka T, Iwai A, Yamamura H, Ishikawa K, et al. Analysis of 372 patients with crush syndrome caused by the Hanshin-Awaji earthquake. *J Trauma* 1997;42:470-6.
- [3] Mikkelsen TS, Toft P. Prognostic value, kinetics and effect of CVVHDF on serum of the myoglobin and creatine kinase in critically ill patients with rhabdomyolysis. *Acta Anaesthesiol Scand* 2005;49:859-64.
- [4] Lappalainen H, Tiula E, Uotila L, Mänttari M. Elimination kinetics of myoglobin and creatine kinase in rhabdomyolysis: implications for follow-up. *Crit Care Med* 2002;30:2212-5.

R9.2 – Concernant les mesures de prévention de l'insuffisance rénale aigüe chez le patient atteint de rhabdomyolyse aigüe post-traumatique après traumatisme de membre, les préconisations sont celles des recommandations formalisées d'experts SFAR-SRLF de 2016 « insuffisance rénale aigüe en péri-opératoire et en réanimation ».

Grade 2+ (Accord FORT)

Argumentaire : Les recommandations formalisées d'experts SFAR-SRLF de 2016 « insuffisance rénale aiguë en péri-opératoire et en réanimation » s'appliquent à la prévention de l'insuffisance rénale aiguë chez le patient atteint de rhabdomyolyse aiguë post-traumatique après traumatisme de membre [1]. Il n'existe à l'heure actuelle aucune étude randomisée contrôlée sur le traitement de la rhabdomyolyse et les recommandations de 2012 [2,3] sont fondées sur des études rétrospectives, animales ou des cas rapportés. L'insuffisance rénale aiguë, initialement fonctionnelle par hypoperfusion rénale puis organique par nécrose tubulaire aiguë et obstruction tubulaire intraluminaire, est une complication des plus redoutées lors de la rhabdomyolyse, pouvant mettre en jeu le pronostic vital. Au-delà de la correction de l'hypovolémie initiale qui est une urgence, la poursuite d'un remplissage vasculaire visant l'hypervolémie pour engendrer une hyperdiurèse est à adapter à l'état général du patient. Ce remplissage s'effectue avec des cristalloïdes balancés. Le volume à administrer reste encore controversé. En 2011, une étude rétrospective sur 638 victimes d'un séisme conclut que des volumes supérieurs à 6L sont nécessaires chez les patients présentant une rhabdomyolyse sévère (CPK > 15000 UI.L⁻¹) alors que 3 à 6 L par jours sont suffisants lors de rhabdomyolyse modérée pour prévenir le risque l'insuffisance rénale aiguë et de recours à l'épuration extra-rénale [4]. Bien qu'il n'existe pas d'étude randomisée contrôlée, la plupart des études rétrospectives rapportent que les patients développant une insuffisance rénale aiguë ont un délai plus long avant l'instauration du remplissage vasculaire par rapport à ceux n'en développant pas [5]. La prise en charge de l'insuffisance rénale constituée après rhabdomyolyse n'a pas de spécificité. Les experts renvoient à la RFE traitant de l'insuffisance rénale aiguë en péri-opératoire [1].

Références :

- [1] Ichai C, Vinsonneau C, Souweine B, Armando F, Canet E, Clec'h C, et al. Acute kidney injury in the perioperative period and in intensive care units (excluding renal replacement therapies). *Anaesth Crit Care Pain Med* 2016;35:151–65.
- [2] Sever MS, Vanholder R. Management of crush victims in mass disasters: highlights from recently published recommendations. *Clin J Am Soc Nephrol*. 2013;8:328-35
- [3] Sever MS, Vanholder R; RDRTF of ISN Work Group on Recommendations for the Management of Crush Victims in Mass Disasters. Recommendation for the management of crush victims in mass disasters. *Nephrol Dial Transplant*. 2012;27 Suppl 1:i1-67
- [4] Iraj N, Saeed S, Mostafa H, Houshang S, Ali S, Farin RF, et al. Prophylactic fluid therapy in crushed victims of Bam earthquake. *Am J Emerg Med*. 2011;29:738-42
- [5] Bosch X, Poch E, Grau JM. Rhabdomyolysis and acute kidney injury. *N Engl J Med*. 2009;361:62-72.

Question 10. Chez un patient victime d'un traumatisme sévère de membre(s), quelles sont les modalités thérapeutiques qui permettent de réduire l'incidence de l'embolie graisseuse et des autres atteintes inflammatoires systémiques (SDRA notamment) ?

Experts : P Barbier (SOFCOT, SSA), A Harrois (SFAR), P Adam (SOFCOT)

R10.1 – Il est probablement recommandé de réaliser un traitement chirurgical d'une fracture de la diaphyse des os longs dans les 24 premières heures post-traumatiques pour limiter les complications respiratoires à type de syndrome de détresse respiratoire aigu ou d'embolie graisseuse.

Grade 2+ (Accord FORT)

Argumentaire : Le traitement précoce d'une fracture des os longs vise à faciliter la mobilisation des patients, limiter le déplacement secondaire des fractures et engager précocement un processus de cicatrisation. La littérature comprend de nombreuses études de cohorte rétrospectives ayant rapporté l'association entre le délai de la chirurgie des os longs et la survenue d'un SDRA ou d'une embolie graisseuse. Deux études retrouvent une diminution de la survenue du SDRA chez les patients opérés dans les 24 premières heures (versus > 24 heures) [1,2]. Une étude rapporte également un risque plus faible d'embolie graisseuse chez les patients opérés dans les 10 premières heures (versus > 10 heures) [3]. Aucune étude ne rapporte de risque accru de SDRA ou d'embolie graisseuse chez les patients bénéficiant d'un traitement chirurgical dans les 24 premières heures (versus > 24 heures) [4–8]. Ces études se sont focalisées sur les fractures du membre inférieur, plus particulièrement les fractures de la diaphyse fémorale. Les experts soulignent donc que cette recommandation concerne en premier lieu les fractures de diaphyse fémorale. Enfin, le délai de la prise en charge chirurgicale dépend également des lésions associées (hémorragiques ou intracrâniennes) dont la prise en charge est prioritaire sur les fractures diaphysaires des os longs (cf. Recommandations 4.1 et 4.2.)

Références :

- [1] Johnson KD, Cadambi A, Seibert GB. Incidence of Adult Respiratory Distress Syndrome in Patients with Multiple Musculoskeletal Injuries: Effect of Early Operative Stabilization of Fractures. *The Journal of Trauma: Injury, Infection, and Critical Care*. 1985;25:375–384.
- [2] Vallier HA, Super DM, Moore TA, Wilber JH. Do patients with multiple system injury benefit from early fixation of unstable axial fractures? The effects of timing of surgery on initial hospital course. *J Orthop Trauma*. 2013;27:405-12.
- [3] Pinney SJ, Keating JF, Meek RN. Fat embolism syndrome in isolated femoral fractures: does timing of nailing influence incidence? *Injury*. 1998;29:131–133.
- [4] Alobaidi AS, Al-Hassani A, El-Menyar A, Abdelrahman H, Tuma M, Al-Thani H, et al. Early and late intramedullary nailing of femur fracture: A single center experience. *Int J Crit Illn Inj Sci*. 2016;6:143-147
- [5] Bone LB, Johnson KD, Weigelt J, Scheinberg R. Early versus delayed stabilization of femoral fractures. A prospective randomized study. *J Bone Joint Surg Am*. 1989;71:336-40..
- [6] Nahm NJ, Como JJ, Wilber JH, Vallier HA. Early appropriate care: definitive stabilization of femoral fractures within 24 hours of injury is safe in most patients with multiple injuries. *J Trauma*. 2011;71:175-185.

- [7] Pape HC, Regel G, Dwenger A, Sturm JA, Tscherne H. Influence of thoracic trauma and primary femoral intramedullary nailing on the incidence of ARDS in multiple trauma patients. *Injury*. 1993;24:S82-103
- [8] Wang MC, Temkin NR, Deyo RA, Jurkovich GJ, Barber J, Dikmen S. Timing of surgery after multisystem injury with traumatic brain injury: effect on neuropsychological and functional outcome. *J Trauma*. 2007;62:1250-1258.

R10.2 – Il est probablement recommandé de réaliser en première intention une ostéosynthèse définitive des fractures diaphysaires d’os long pour prévenir le risque de SDRA et d’embolie graisseuse. Chez les patients hémodynamiquement instables ou présentant une atteinte respiratoire sévère en préopératoire, la balance bénéfice-risque entre une ostéosynthèse définitive ou la pose d’un fixateur externe doit faire l’objet d’une discussion multidisciplinaire.

Grade 2+ (Accord FORT)

Argumentaire : Plusieurs techniques chirurgicales ont été évaluées chez les patients porteurs de fracture diaphysaire des os longs. Ces études portent principalement sur les fractures de diaphyse fémorale. Le traitement définitif de référence est l’ostéosynthèse par enclouage centromédullaire ou pose de plaque. L’alternative est une stratégie en deux temps par pose de fixateur externe (de type *damage control*) à la phase initiale avec un deuxième temps à distance à type d’ostéosynthèse définitive. Le traitement initial définitif par enclouage centromédullaire s’accompagne d’une inflammation systémique (concentrations circulantes de cytokines) plus importante que la stratégie en deux temps [1], toutefois, les études ne rapportent pas de diminution de survenue du SDRA lorsqu’une stratégie en deux temps (*versus* traitement définitif par enclouage) est appliquée à une population non sélectionnée de patients traumatisés [2–4]. Dans une étude prospective multicentrique ayant randomisé 165 patients traumatisés sévères avec une fracture de diaphyse fémorale (94 avec enclouage initial et 71 avec fixateur externe puis enclouage secondaire), les proportions de SDRA (25% versus 23%) et d’*acute lung injury* (ALI) (10% versus 8,6%) n’étaient pas différentes entre les deux stratégies [5]. Dans la sous-population de patients dits « *borderline* » (42 patients définis par l’existence d’une contusion pulmonaire bilatérale, ou un ISS > 40 sans traumatisme thoracique associé, ou l’association d’un traumatisme thoracique (AIS 2 à 4) et d’un ISS > 20, ou un traumatisme abdomino-pelvien avec état de choc initial), après ajustement sur la sévérité initiale, l’odds ratio pour l’ALI était de 6,69 (1,01-44,08) ; $p = 0,048$ dans le groupe enclouage alors que l’odds ratio de SDRA était non significatif 2,01 (0,13-31,91) ; $p = 0,618$. En revanche chez les patients stables (123 patients *non borderline*), le traitement définitif par ostéosynthèse était associé avec une durée de ventilation plus courte. Les experts suggèrent de prendre en compte l’expertise du centre dans l’emploi des techniques d’ostéosynthèse et de fixation externe ainsi que la situation physiologique du patient pour décider de la stratégie la plus adaptée chez les patients « *borderline* ». La nécessité d’avoir recours à une chirurgie définitive ultérieure par ostéosynthèse dans le cas d’une stratégie en deux temps doit également être intégrée dans la décision.

Références :

- [1] Pape HC, Grimme K, Van Griensven M, Sott AH, Giannoudis P, Morley J, et al. EPOFF Study Group. Impact of intramedullary instrumentation versus damage control for femoral fractures on immunoinflammatory parameters: prospective randomized analysis by the EPOFF Study Group. *J Trauma*. 2003;55(1):7-13.
- [2] Andruszkow H, Dowrick AS, Frink M, Zeckey C, Krettek C, Hildebrand F, et al. Surgical strategies in polytraumatized patients with femoral shaft fractures - comparing a German and an Australian level I trauma centre. *Injury*. 2013;44:1068-72
- [3] O'Toole RV, O'Brien M, Scalea TM, Habashi N, Pollak AN, Turen CH. Resuscitation before stabilization of femoral fractures limits acute respiratory distress syndrome in patients with multiple traumatic injuries despite low use of damage control orthopedics. *J Trauma*. 2009;67:1013-21
- [4] Tuttle MS, Smith WR, Williams AE, Agudelo JF, Hartshorn CJ, Moore EE, et al. Safety and efficacy of damage control external fixation versus early definitive stabilization for femoral shaft fractures in the multiple-injured patient. *J Trauma*. 2009;67:602-5.
- [5] Pape HC, Rixen D, Morley J, Husebye EE, Mueller M, Dumont C, et al. Impact of the method of initial stabilization for femoral shaft fractures in patients with multiple injuries at risk for complications (borderline patients). *Ann Surg*. 2007;246:491-9

R10.3 – Il est probablement recommandé de ne pas administrer de corticoïdes pour prévenir l'embolie graisseuse en cas de fracture diaphysaire des os longs**Grade 2- (Accord FORT)**

Argumentaire : L'administration d'une corticothérapie par voie systémique pour la prévention de l'embolie graisseuse a fait l'objet d'une méta-analyse [1]. Cette méta-analyse rassemble sept études randomisées dont six ont été réalisées entre 1977 et 1987. Parmi les 430 patients de la méta-analyse, le risque relatif d'embolie graisseuse était de 0,22 dans le groupe corticothérapie systémique ($p < 0,05$). Bien que l'effet protecteur soit marqué, les études qui composaient cette méta-analyse avaient une validité externe faible. Les patients étaient principalement pris en charge pour des fractures d'os longs sans autre lésion d'organe associée et avec un délai opératoire supérieur à cinq jours. Ce long délai explique certainement l'incidence élevée d'embolie graisseuse (18 %) dans le groupe contrôle qui ne bénéficiait pas de corticothérapie. Le deuxième point est que les doses de corticoïdes utilisées étaient particulièrement élevées (de 6 à 30 mg.kg⁻¹ de méthylprednisolone). Actuellement, la prise en charge chirurgicale précoce des patients atteints de fracture des os longs n'expose plus à une proportion d'embolie graisseuse aussi élevée que celle décrite dans cette méta-analyse. De plus, l'emploi de doses similaires de corticoïdes est génératrice de dérégulation importante de l'équilibre glycémique, elle a montré des effets délétères chez les patients traumatisés crâniens [2] (notamment une augmentation de mortalité), et chez les blessés médullaires [3]. La corticothérapie inhalée a été évaluée récemment par Sen, *et al.* [4] contre placebo chez 70 patients traumatisés du membre inférieur. Les auteurs retrouvaient une diminution du risque d'embolie graisseuse dans le groupe ayant bénéficié d'une corticothérapie inhalée. Là encore, les patients étaient opérés dans la majorité des cas au-delà de la 48^{ème} heure ce qui explique probablement la proportion élevée d'embolie graisseuse dans le groupe contrôle (25 %).

Références :

- [1] Bederman SS, Bhandari M, McKee MD, Schemitsch EH. Do corticosteroids reduce the risk of fat embolism syndrome in patients with long-bone fractures? A meta-analysis. *Can J Surg J Can Chir* 2009;52:386–93.
- [2] Roberts I, Yates D, Sandercock P, Farrell B, Wasserberg J, Lomas G, et al. Effect of intravenous corticosteroids on death within 14 days in 10008 adults with clinically significant head injury (MRC CRASH trial): randomised placebo-controlled trial. *Lancet*. 2004;364(9442).
- [3] Bracken MB, Shepard MJ, Collins WF, Holford TR, Young W, Baskin DS, et al. A randomized, controlled trial of methylprednisolone or naloxone in the treatment of acute spinal-cord injury. Results of the Second National Acute Spinal Cord Injury Study. *N Engl J Med*. 1990;322:1405-11.
- [4] Sen RK, Prakash S, Tripathy SK, Agarwal A, Sen IM. Inhalational Ciclesonide found beneficial in prevention of fat embolism syndrome and improvement of hypoxia in isolated skeletal trauma victims. *Eur J Trauma Emerg Surg* 2017;43:313–8.

Question 11. Chez le patient victime d'un traumatisme sévère de membre(s), quelles sont les modalités thérapeutiques qui permettent de contrôler la douleur aiguë ?

Experts : M Galinski (SFMU)

R11. – Les experts suggèrent qu'en cas de traumatisme sévère de membre(s) l'utilisation d'une stratégie d'analgésie multimodale soit favorisée et que le rapport bénéfice/risque des molécules choisies soit évalué à l'aune de la volémie et de l'atteinte musculaire.

Avis d'expert (Accord FORT)

Argumentaire : En ce qui concerne l'évaluation et la prise en charge de la douleur aiguë après TSM, les experts renvoient aux RFE de la SFMU [1] et de la SFAR [2,3]. Les grands principes, résumés dans ces trois textes de référence sont applicables au TSM en dehors des particularités discutées ci-dessous. Les RFE sur la sédation et l'analgésie en médecine d'urgence [1] préconisaient un contrôle de la douleur le plus tôt possible. L'échelle d'évaluation numérique (EN) a été validée en médecine d'urgence [1]. Elle est fortement corrélée aux résultats obtenus à l'aide d'une échelle visuelle analogique (EVA) et peut être utilisée chez 96 % des patients dans ce contexte [4]. La douleur aiguë des patients non communicants doit être évaluée avec l'échelle d'observation comportementale (EOC), seule échelle validée pour la douleur aiguë chez tous les adultes quel que soit l'âge [5]. Il a été clairement démontré que la morphine est efficace pour soulager la douleur aiguë. La technique de choix et recommandée est la titration intraveineuse [1] efficace en structures d'urgence dans 82 % des cas [6]. L'usage de protocoles est un élément incontournable de l'efficacité de la titration morphinique [1,7]. Il ne semble pas nécessaire de faire une dose de charge préalable de morphine [8]. L'analgésie multimodale repose sur le principe de l'association de molécules ou de techniques de modes d'action différents et complémentaires afin d'améliorer l'analgésie et de réduire les risques d'effets indésirables, notamment par la diminution de la consommation d'opioïdes [1]. Le paracétamol et la morphine ont une interaction additive [9]. La kétamine administrée à une dose de 0,15 à 0,3 mg.kg⁻¹ en association avec la morphine titrée permet d'améliorer l'analgésie

et de diminuer les doses nécessaires de morphine [10]. En extrahospitalier, en l'absence de voie d'abord veineux certaines techniques pourraient être utilisées. Le méthoxyflurane a été montré efficace sur les douleurs traumatiques modérées à sévère et à l'avantage d'être administré par voie inhalée [11]. Mais il n'existe pas de données concernant son administration en traumatologie grave de membre(s) et les risques potentiels associés. Le mélange équimolaire d'oxygène et de protoxyde d'azote (MEOPA) est efficace dans les douleurs traumatiques et n'a pas d'effet indésirable majeur dans la mesure où les contre-indications sont respectées [1,12]. Le sufentanil par voie intranasale est efficace dans la mesure où un matériel adapté est utilisé avec cependant un taux non négligeable d'effets indésirables [13,14]. La réalisation d'une anesthésie locorégionale (ALR) dépendra beaucoup de l'accessibilité du site de ponction par rapport à la lésion mais aussi du moment de sa réalisation. La réalisation des ALR est cadrée par des RFE en médecine d'urgence [1,7] : bloc fémoral par voie ilio-fasciale (bloc ilio-fascial) ou par voie directe à condition d'utiliser un moyen de repérage du nerf, les autres blocs ne pouvant être que tronculaire et distaux dans ce contexte (pied, mains pour les membres). Le bloc du nerf fémoral est réalisable en extrahospitalier [15,16]. En intrahospitalier, une évaluation au cas par cas devra être réalisée par l'anesthésiste-réanimateur pour déterminer l'intérêt d'une ALR plus complexe (bloc plexique, voire analgésie périmédullaire) pour la réalisation de la chirurgie ou de l'analgésie périopératoire.

En diminuant l'intensité de la douleur aiguë et en limitant la consommation d'opioïde fort, qui sont deux facteurs participant à la pérennisation de la douleur, l'analgésie multimodale pourrait présenter un intérêt dans cette situation [1,7]. Cependant ces phénomènes de chronicisation et les mécanismes d'hyperalgésie qui y sont associés sont encore mal connus en médecine d'urgences. Aucune étude n'a démontré l'intérêt d'une prise en charge particulière pour diminuer le risque de chronicisation dans ce contexte. Une revue Cochrane® sur les moyens pharmacologiques efficaces pour prévenir d'une douleur chronique après chirurgie a montré que seule la kétamine à dose faible administrée en périopératoire était associée à une baisse du risque [17]. L'usage dans les 24 premières heures de la kétamine, de la gabapentine ou des techniques d'anesthésie locorégionale n'a pas montré de bénéfice en termes de prévention d'apparition des douleurs de membre fantôme post-amputation [18–20]. Enfin, l'accompagnement psychologique et la réassurance du patient victime de TSM font partie intégrante de la prise en soins et sont probablement importants pour atténuer son stress mais aucune étude prospective comparative ne vient étayer l'efficacité de cette pratique.

Références :

- [1] Vivien B, Adnet F, Bounes V, Cheron G, Combes X, David JS, et al. Recommandations formalisées d'experts 2010: sédation et analgésie en structure d'urgence (réactualisation de la conférence d'experts de la SFAR de 1999). *Ann Fr Médecine Urgence* 2011;1:57–71.
- [2] Aubrun F, Nouette-Gaulain K, Fletcher D, Belbachir A, Beloeil H, Carles M, et al. Revision of expert panel's guidelines on postoperative pain management. *Anaesth Crit Care Pain Med* 2019;38:405–11.
- [3] Delaunay L, Jenny JY, Albi-Feldzer A, Alfonsi P, Bloc S, Cabaton J, et al. Réhabilitation améliorée après chirurgie orthopédique lourde du membre inférieur (Arthroplastie de hanche et de genou hors fracture). Septembre 2019;1-36. Dernier accès en ligne le 24 juin 2020 : <https://sfar.org/rehabilitation-amelioree-chirurgie->

orthopedique-lourde-membre-inferieur/

- [4] Bijur PE. Validation of a verbally administered numerical rating scale of acute pain for use in the emergency department. *Acad Emerg Med* 2003;10:390–2.
- [5] Frasca M, Burucoa B, Domecq S, Robinson N, Dousset V, Cadenne M, et al. Validation of the behavioural observation scale 3 for the evaluation of pain in adults. *Eur J Pain* 2017;21:1475–84.
- [6] Lvovschi V, Aubrun F, Bonnet P, Bouchara A, Bendahou M, Humbert B, et al. Intravenous morphine titration to treat severe pain in the ED. *Am J Emerg Med* 2008;26:676–82.
- [7] Ricard-Hibon A, Bounes V, groupe d'experts SFAR–SFMU. Sédation et analgésie en structure d'urgence. Quelle sédation et analgésie chez le patient en ventilation spontanée en structure d'urgence ? *Ann Fr Anesth Reanim* 2012;31:295–312.
- [8] Bounes V, Charpentier S, Houze-Cerfon C-H, Bellard C, Ducassé JL. Is there an ideal morphine dose for prehospital treatment of severe acute pain? A randomized, double-blind comparison of 2 doses. *Am J Emerg Med* 2008;26:148–54.
- [9] Zeidan A, Mazoit JX, Ali Abdullah M, Maaliki H, Ghattas T, Saifan A. Median effective dose (ED 50) of paracetamol and morphine for postoperative pain: a study of interaction. *Br J Anaesth* 2014;112:118–23.
- [10] Lee EN, Lee JH. The effects of low-dose ketamine on acute pain in an emergency setting: A systematic review and meta-analysis. *PLOS One* 2016;11:e0165461.
- [11] Borobia AM, Collado SG, Cardona CC, Pueyo RC, Alonso CF, Torres IP, et al. Inhaled methoxyflurane provides greater analgesia and faster onset of action versus standard analgesia in patients with trauma pain: InMEDIATE: A randomized controlled trial in emergency departments. *Ann Emerg Med* 2020;75:315–28.
- [12] Ducassé JL, Siksik G, Durand-Béchu M, Couarraze S, Vallé B, Lecoules N, et al. Nitrous oxide for early analgesia in the emergency setting: A randomized, double-blind multicenter prehospital trial. *Acad Emerg Med* 2013;20:178–84.
- [13] 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.
- [14] Blancher M, Maignan M, Clapé C, Quesada JL, Collomb-Muret R, Albasini F, et al. Intranasal sufentanil versus intravenous morphine for acute severe trauma pain: A double-blind randomized non-inferiority study. *PLOS Med* 2019;16:e1002849.
- [15] Raatiniemi L, Magnusson V, Hyldmo PK, Friesgaard KD, Kongstad P, Kurola J, et al. Femoral nerve blocks for the treatment of acute pre-hospital pain: A systematic review with meta-analysis. *Acta Anaesthesiol Scand*. 2020;10.1111/aas.13600.
- [16] Black KJ, Bevan CA, Murphy NG, Howard JJ. Nerve blocks for initial pain management of femoral fractures in children. *Cochrane Database Syst Rev*. 2013;(12):CD009587.
- [17] 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* 2013;2013:CD008307.
- [18] Hayes C, Armstrong-Brown A, Burstal R. Perioperative intravenous ketamine infusion for the prevention of persistent post-amputation pain: a randomized, controlled trial. *Anaesth Intensive Care* 2004;32:330–8.
- [19] Nikolajsen L, Finnerup NB, Kramp S, Vimtrup AS, Keller J, Jensen TS. A randomized study of the effects of gabapentin on postamputation pain. *Anesthesiology* 2006;105:1008–15.
- [20] 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.

Annexe 1 : Classification *Abbreviated Injury Scale* (AIS) des traumatismes sévères de membres (TSM)

<i>Abbreviated Injury Scale</i> (AIS)	
Lésion	Score
Aucune	0
Mineure	1
Modérée	2
Sérieuse	3
Sévère	4
Critique	5
Fatale	6

L'*Injury Severity Score* (ISS) est obtenu en réalisant la somme des scores AIS, élevés au carré, des trois zones anatomiques les plus sévèrement touchées. Ceci parmi les 6 régions suivantes : tête et cou, face, thorax, abdomen et contenu pelvien, membres et bassin, téguments.

Remarques liminaires : Les lésions détaillées ci-dessous sont toutes celles dont le **score AIS est supérieur ou égal à 3**, spécifique aux TSM.

- Compte tenu d'une description en langue anglaise et pour éviter toute traduction erronée ou imparfaite, les descriptions lésionnelles ont été laissées en Anglais.
- Les lésions pelviennes et du bassin osseux, objet d'une autre RFE, ont été exclues du champ.
- Les pertes sanguines (*blood loss*) font partie intégrante de l'évaluation de la sévérité
- NFS (*not further specified*) : non caractérisé de façon plus précise

1. UPPER EXTREMITY

1.1. WHOLE AREA

710606.3 : Skin/subcutaneous/muscle NFS > laceration NFS > blood loss >20% by volume
 710806.3 : Skin/subcutaneous/muscle NFS > avulsion NFS > blood loss >20% by volume
 711000.3 : Amputation [traumatic], partial or complete between shoulder and hand, but NFS as to specific anatomical site
 711001.4 : Amputation [traumatic], partial or complete between shoulder and hand, but NFS as to specific anatomical site > at shoulder
 711010.5 : Amputation [traumatic], partial or complete between shoulder and hand, but NFS as to specific anatomical site > at shoulder > bilateral
 711002.4 : Amputation [traumatic], partial or complete between shoulder and hand, but NFS as to specific anatomical site > at or above elbow, below shoulder
 711012.5 : Amputation [traumatic], partial or complete between shoulder and hand, but NFS as to specific anatomical site > at or above elbow, below shoulder > bilateral

711003.3 : Amputation [traumatic], partial or complete between shoulder and hand, but NFS as to specific anatomical site > below elbow, at or above wrist
 712003.3 : Compartment syndrome from trauma to soft tissue only, not involving fracture or massive destruction of bone or other anatomical structures, NFS > arm NFS > with muscle loss
 713001.4 : Crush injury to limb between shoulder and wrist, but NFS as to specific anatomical site > at shoulder
 713002.4 : Crush Injury to limb between shoulder and wrist, but NFS as to specific anatomical site > at or above elbow, below shoulder
 713003.3 : Crush Injury to limb between shoulder and wrist, but NFS as to specific anatomical site > below elbow, at or above wrist
 714001.3 : Degloving injury NFS as to specific anatomical sites > entire extremity
 716006.3 : Penetrating injury NFS as to specific anatomical site > with blood loss >20% by volume
 716013.3 : Penetrating injury at shoulder, NFS as to severity > with blood loss >20% by volume
 716017.3 : > Penetrating injury at or above elbow, below shoulder, NFS as to severity > with blood loss >20% by volume

1.2. VESSELS

720208.3 : Axillary artery NFS > laceration; perforation; puncture NFS > major; rupture; transection; segmental loss; blood loss >20% by volume
720406.3 : Axillary vein NFS > laceration; perforation; puncture NFS > major; rupture; transection; segmental loss; blood loss >20% by volume
720608.3 : Brachial artery NFS > laceration; puncture; perforation NFS > major; rupture; transection; segmental loss; blood loss >20% by volume
720806.3 : Brachial vein NFS > laceration; perforation; puncture NFS > major; rupture; transection; segmental loss; blood loss >20% by volume
721008.3 : Other named arteries NFS [e.g., radial, ulnar] > laceration; perforation; puncture NFS > major; rupture; transection; segmental loss; blood loss >20% by volume
721206.3 : Other named veins NFS [e.g., cephalic, basilic] > laceration; perforation; puncture NFS > major; rupture; transection; segmental loss; blood loss >20% by volume

1.3. SKELETAL

751162.3 : Humerus fracture NFS > Proximal humerus NFS > extra-articular; bifocal [either one of the tuberosities and the metaphysis]; ≥2 fracture lines > open
751172.3 : Humerus fracture NFS > Proximal humerus NFS > articular; head or anatomical neck > open
751262.3 : Humerus fracture NFS > Humerus shaft fracture > wedge; “butterfly” segment > open

751272.3 : Humerus fracture NFS > Humerus shaft fracture > complex; comminuted; segmental > open
751362.3 : Humerus fracture NFS > Distal humerus fracture > partial articular; capitular > open
751372.3 : Humerus fracture NFS > Distal humerus fracture > complete articular; T-shaped; Y-shaped; T-condylar > open
752162.3 : Radius fracture NFS > Proximal radius fracture > partial articular; radial head > open
752172.3 : Radius fracture NFS > Proximal radius fracture > complete articular > open
752262.3 : Radius fracture NFS > Radius shaft fracture > wedge; “butterfly” fragment > open
752272.3 : Radius fracture NFS > Radius shaft fracture > complex; comminuted; segmental > open
752362.3 : Radius fracture NFS > Distal Radius fracture > partial articular; Colles > open
752372.3 : Radius fracture NFS > Distal Radius fracture > complete articular; T-shaped; Y-shaped; T-condylar; Barton > open
752164.3 : Ulna fracture NFS > Proximal Ulna fracture [olecranon] > partial articular > open
752174.3 : Ulna fracture NFS > Proximal Ulna fracture [olecranon] > complete articular > open
752264.3 : Ulna fracture NFS > Ulna Shaft fracture > wedge; “butterfly” fragment > open
752274.3 : Ulna fracture NFS > Ulna Shaft fracture > complex; comminuted; segmental > open
752364.3 : Ulna fracture NFS > Distal Ulna fracture > partial articular > open
752374.3 : Ulna fracture NFS > Distal Ulna fracture > complete articular > open

2. LOWER EXTREMITY

2.1. WHOLE AREA

810606.3 : Skin/subcutaneous/muscle NFS > laceration NFS > blood loss >20% by volume
810806.3 : Skin/subcutaneous/muscle NFS > avulsion NFS > blood loss >20% by volume
811000.3 : Amputation [traumatic], partial or complete between hip and foot, but NFS as to specific anatomical site
811001.4 : Amputation [traumatic], partial or complete between hip and foot, but NFS as to specific anatomical site > at hip or at buttock
811002.4 : Amputation [traumatic], partial or complete between hip and foot, but NFS as to specific anatomical site > at or above knee, below hip
811003.3 : Amputation [traumatic], partial or complete between hip and foot, but NFS as to specific anatomical site > below knee, at or above ankle

811010.5 : Amputation [traumatic], partial or complete between hip and foot, but NFS as to specific anatomical site > at hip or at buttock > bilateral
811012.5 : Amputation [traumatic], partial or complete between hip and foot, but NFS as to specific anatomical site > at or above knee, below hip > bilateral
812003.3 : Compartment syndrome resulting from trauma to soft tissue only, not involving fracture or massive destruction of bone and other anatomical structures, NFS as to specific anatomical site > thigh > with muscle loss
812006.3 : Compartment syndrome resulting from trauma to soft tissue only, not involving fracture or massive destruction of bone and other anatomical structures, NFS as to specific anatomical site > leg > with muscle loss

812009.3 : Compartment syndrome resulting from trauma to soft tissue only, not involving fracture or massive destruction of bone and other anatomical structures, NFS as to specific anatomical site > foot > with muscle loss

813000.3 : Crush Injury to limb between hip and foot, but NFS as to specific anatomical site

813001.4 : Crush Injury to limb between hip and foot, but NFS as to specific anatomical site > at hip or at buttock

813002.4 : Crush Injury to limb between hip and foot, but NFS as to specific anatomical site > at or above knee, below hip

813003.3 : Crush Injury to limb between hip and foot, but NFS as to specific anatomical site > below knee, at or above ankle

814002.3 : Degloving injury NFS > entire extremity

816006.3 : Penetrating injury NFS as to specific anatomical site or severity > with blood loss >20% by volume

816013.3 : Penetrating injury at hip or buttock, NFS as to severity > with blood loss >20% by volume

816017.3 : Penetrating injury at or above knee, below hip NFS as to severity > blood loss >20% by volume

2.2. VESSELS

820299.3 : Femoral artery and its named branches NFS

820202.3 : Femoral artery and its named branches NFS > intimal tear, no disruption

820204.3 : Femoral artery and its named branches NFS > laceration; perforation; puncture NFS

820206.3 : Femoral artery and its named branches NFS > laceration; perforation; puncture NFS > minor; superficial; incomplete circumferential involvement; blood loss ≤20% by volume

820208.4 : Femoral artery and its named branches NFS > laceration; perforation; puncture NFS > major; rupture; transection; segmental loss; blood loss >20% by volume

820406.3 : Femoral vein NFS > laceration; perforation; puncture NFS > major; rupture; transection; segmental loss; blood loss >20% by volume

820608.3 : Popliteal artery NFS > laceration; perforation; puncture NFS > major; rupture; transection; segmental loss; blood loss >20% by volume

820806.3 : Popliteal vein NFS > laceration; perforation; puncture NFS > major; rupture; transection; segmental loss; blood loss >20% by volume

821008.3 : Other named arteries NFS [e.g., tibial, peroneal] > laceration; perforation; puncture NFS > major; rupture; transection; segmental loss; blood loss >20% by volume

821206.3 : Other named veins NFS [e.g., saphenous] > laceration; perforation; puncture NFS > major; rupture; transection; segmental loss; blood loss >20% by volume

2.3. NERVES

830406.3 : Sciatic nerve NFS > laceration NFS > incomplete

830408.3 : Sciatic nerve NFS > laceration NFS > complete

2.4. SKELETAL

853000.3 : Femur fracture, NFS

853111.3 : Femur fracture, NFS > Proximal Femur fracture NFS

854001.3 : Tibia fracture NFS > open

854456.3 : Fibula [malleoli] fracture NFS > below ankle joint (infrasyndesmotic); isolated lateral malleolus; Weber A > lateral and medial malleoli (bimalleolar) > open

854464.3 : Fibula [malleoli] fracture NFS > through joint (transsyndesmotic); Weber B > lateral and medial malleoli (bimalleolar) > open

854466.3 : Fibula [malleoli] fracture NFS > through joint (transsyndesmotic); Weber B > trimalleolar > open