Traumatismes par blast de l'arrière-pied liés aux attaques de véhicules par engins explosifs improvisés : description lésionnelle et prise en charge actuelle

L. Mathieu[a], J. Samy[b], A. Bertani[a], F. Rongiéras[a], C. Gaillard[c], S. Rigal[d/e]

a Service de chirurgie orthopédique et traumatologique, HIA Desgenettes, 108 boulevard Pinel – 69275 Lyon Cedex 03.
b Antenne médicale spécialisée 1er RPIMa, Citadelle du Général Bergé, BP 12 – 64109 Bayonne Cedex.
c Service de chirurgie orthopédique et traumatologique, HIA Sainte-Anne, BCRM Toulon, BP 600 – 83800 Toulon Cedex 9.
d Service de chirurgie orthopédique, traumatologie et de chirurgie réparatrice des membres, HIA Percy, 101 avenue Henri Barbusse, BP 406 – 92141 Clamart Cedex.
e École du Val-de-Grâce, 1 place Alphonse Laveran – 75230 Paris Cedex 05.

Article reçu le 10 mars 2014, accepté le 18 avril 2014.

Résumé

L'utilisation massive des engins explosifs improvisés de type *roadside bomb* explique la fréquence des traumatismes par blast de l'arrière-pied dans les conflits modernes. La prise en charge de ces lésions complexes et graves sur le plan fonctionnel a bénéficié de l'application de procédures de *damage control* orthopédique permises grâce à la rapidité des moyens d'évacuation aériens. Malgré cela, le taux d'amputation secondaire est élevé et les séquelles fonctionnelles constantes, compromettant la reprise du service des blessés.

Mots-clés : Arrière-pied. Blast. Chirurgie de guerre. Claque de pont. Engin explosif improvisé.

Abstract

HIND-FOOT BLAST INJURIES DUE TO ROADSIDE BOMBS: INJURY PATTERNS AND CURRENT MANAGEMENT

The widespread use of improvised explosive devices such as roadside bombs explains the frequent hind-foot blast injuries in modern conflicts. The surgical management of these complex and functionally serious injuries have benefited from the application of damage control orthopaedic procedures and quick medical air evacuations. Despite this, secondary amputations are frequent and functional impairment constant, jeopardizing the return to duty.

Keywords: Blast. Deck-slap injury. Hind-foot. Improvised explosive device. War surgery.

Introduction

Mode d'action privilégié « du faible contre le fort », les Engins explosifs improvisés (EEI) sont devenus symboliques des conflits asymétriques modernes de type guérilla. En Afghanistan, le nombre d'attaques et d'EEI neutralisés ont ainsi considérablement depuis 2010 (fig. 1) (1). Il s'agit de l'arme de prédilection des insurgés qui bénéficient de l'effet de surprise, de la connaissance du terrain et de l'intrication au sein de la population locale (2). Le mode d'action le plus fréquent est celui d'un EEI pré-positionné en embuscade pour atteindre un convoi de véhicules : on parle de *roadside bomb* (fig. 2).

Lorsqu'un EEI explose sous un véhicule blindé, l'énergie transmise à l'intérieur de l'habitacle peut occasionner des lésions de blast au niveau des membres inférieurs en contact avec le plancher : c'est le concept du *solid blast* (3, 4). Ces traumatismes correspondent au pied de mine indirect ou « claque de pont » (*deck-slap injury*) décrite initialement chez les marins victimes de mines navales lors de la Seconde Guerre mondiale (3-5). Des associations lésionnelles semblables ont ensuite été rapportées après des attaques de véhicules par EEI ou mines antichar en Algérie (6-8). La fréquence des lésions

L. MATHIEU, médecin en chef. J. SAMY, médecin principal. A. BERTANI, médecin en chef. F. RONGIÉRAS médecin en chef. C. GAILLARD, médecin en chef. S. RIGAL, médecin chef des services, professeur agrégé du Val-de-Grâce, titulaire de la chaire de chirurgie de guerre.
Correspondance : Monsieur le médecin en chef L. MATHIEU, Service de chirurgie orthopédique et traumatologique, HIA Desgenettes, 108 boulevard Pinel – 69275 Lyon Cedex 03.
E-mail : laurent.mathieu69@yahoo.fr

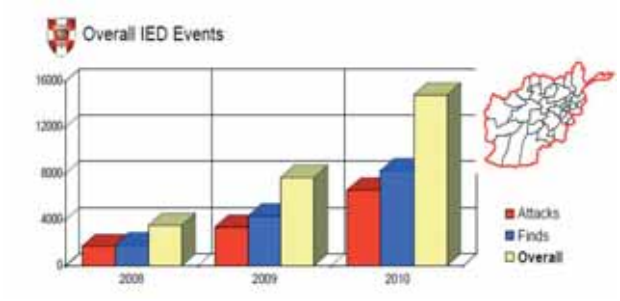


Figure 1. Nombres d'attaques et d'EEI détectés en Afghanistan entre 2008 et 2010 (source Counter IED Information Centre-NATO).

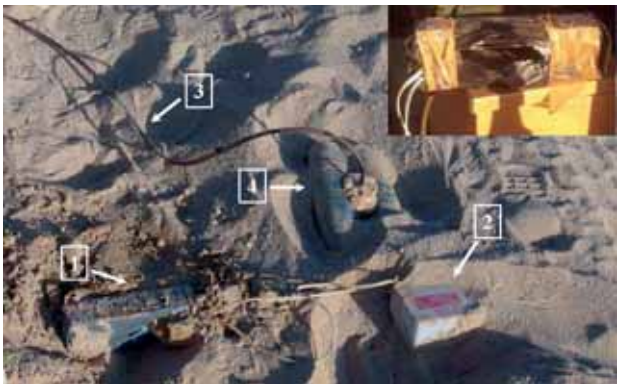


Figure 2. *Roadside bomb* neutralisée au Nord Mali : 1) dispositif de déclenchement artisanal de type plateau pression (détail en cartouche) ; 2) batterie de moto ; 3) cordon détonant et détonateur ; 4) deux obus recyclés pour charge principale.

de *solid blast* dans les conflits modernes est liée à l'utilisation massive des *roadside bombs*, mais aussi au perfectionnement du blindage des véhicules faisant que les passagers survivent le plus souvent à l'explosion (3).

Les blessés bénéficient actuellement de l'application de procédures de *Damage control* orthopédique (DCO) comportant trois phases : 1) décontamination des plaies avec fixation provisoire des fractures sur les théâtres d'opérations ; 2) stabilisation physiologique avec réanimation éventuelle ; 3) traitement définitif en milieu spécialisé (9-11). Malgré cela, la prise en charge des « claques de pont » reste problématique. Les séquelles fonctionnelles sont quasiment constantes et le taux d'amputation secondaire élevé (3, 9, 12).

Mécanismes lésionnels

Une explosion génère un pic de pression (ou onde de choc), un souffle responsable de la projection d'éclats et des victimes, ainsi qu'une réaction exothermique (13). Ces mécanismes permettent de déterminer quatre types de lésions de blast (tab. I). L'intensité des effets du blast est fonction de différents facteurs, dont la puissance de la charge explosive, l'interface au travers de laquelle l'onde de surpression est transmise, la distance par rapport à l'épicentre, et l'environnement dans lequel survient l'explosion (13-15).

Tableau I. Les différents effets du blast et leur chronologie (Bluman, Fournel).

Type d'effet	Mécanisme	Lésions occasionnées
Blast primaire	Onde de choc	Amputations traumatiques, fracas ouverts, fracas fermés (solid blast), atteinte des organes creux
Blast secondaire	Projection d'éclats	Polycriblage, fractures ouvertes, amputations traumatiques
Blast tertiaire	Projection de la victime	Contusion, fractures fermées, fractures ouvertes
Blast quaternaire	Réaction exothermique Bombe sale	Brûlure, inhalation de fumées Toxicité radiologique, chimique, biologique

Lorsqu'un EEI ou une mine explose sous un milieu clos comme un véhicule, les interactions entre les différents mécanismes lésionnels sont complexes (15). L'onde de surpression atteint le véhicule en premier. Même si le blindage résiste à l'explosion, il se produit une déflection du plancher à certains endroits : une force de grande amplitude mais de durée très brève (environ 5 ms) est transmise aux pieds et aux chevilles occasionnant des lésions de *solid blast* primaires. L'onde de surpression peut aussi rompre le plancher, une porte ou une fenêtre, et exposer les occupants du véhicule aux éclats et aux gaz brûlants sources de lésions de blast secondaires et quaternaires. L'effet de souffle touche ensuite le véhicule et le propulse verticalement, en occasionnant des lésions de blast tertiaires à l'intérieur de l'habitacle. Il se produit d'abord une accélération verticale subite traumatisante pour les membres inférieurs, le bassin et le rachis des passagers. Ensuite, en l'absence de ceinture de sécurité, les passagers sont projetés contre le toit du véhicule, ce qui génère des lésions crâniennes et rachidiennes supplémentaires (3, 15, 16).

Enfin, il faut signaler l'existence d'une forme particulière d'EEI appelée *Explosive Formed Penetrators* (EFP). Ceux-ci possèdent une charge creuse qui propulse une plaque de cuivre perforant le blindage des véhicules et se fragmentant à l'intérieur en provoquant des lésions gravissimes souvent fatales (15-17).

Lésions osseuses liées au blast

« Claques de pont »

Elles correspondent à des fractures comminutives du calcanéum, ouvertes ou fermées, fréquemment associées à des fractures du talus, du médio-tarse et du pilon tibial (3-5, 9, 18). Dans notre expérience les ouvertures cutanées se situent surtout sur la face latérale du calcanéum, et sont liées à l'expulsion d'un fragment osseux (fig. 3). Les pertes de substance cutanée et osseuse sont donc généralement combinées, avec un haut degré de contamination responsable de complications infectieuses fréquentes (9). Les lésions étendues au médio et à l'avant-





Figure 3. « Claque de pont » typique : ouverture cutanée latérale, fracture complexe du calcanéum et du col du talus avec perte de substance osseuse.

pied, avec des fractures ou luxations multiples, sont souvent compliquées d'un syndrome compartimental du pied et/ou de lésions vasculo-nerveuses (9, 18).

Ramasamy et al. (3) ont publié en 2011 une série de 30 soldats britanniques traités pour 40 fractures calcanéennes par blast survenues en Irak et Afghanistan. Les lésions ouvertes étaient dominantes (23 types III de Gustilo) et 85 % des fractures s'intégraient dans un traumatisme complexe du pied et/ou de la cheville. Ils ont récemment complété cette série en étudiant 89 lésions du pied et de la cheville chez 63 blessés par blast. Il y avait 7 % de lésions isolées des parties molles, 43 % de fractures fermées, et 50 % de fractures ouvertes dont 31 % étaient sans atteinte vasculaire (types 3A et 3B de Gustilo) et 19 % avec atteinte vasculaire (type 3C de Gustilo). Les fractures de l'arrière-pied et du pilon tibial étaient nettement dominantes (4).

Autres lésions

Dans les séries de Ramasamy et al. (3, 4) les lésions associées sont logiquement dominées par celles du segment jambier, avec une grande majorité des fractures et quelques amputations traumatiques (fig. 4). Les lésions du rachis arrivent en seconde position. L'association fractures du calcanéum et du rachis rappelle celle observée en traumatologie civile chez les défenestrés, mais les lésions observées sont différentes (19, 20). Il s'agit surtout de fractures situées à la charnière dorso-lombaire par un mécanisme de flexion lié à l'accélération verticale en position assise (14, 19, 21). La multiplicité et la sévérité des lésions osseuses sont en fait fonction de la puissance de l'EEI et du degré de protection du véhicule (fig. 5). Celle-ci dépend notamment du dessin de la caisse, de la hauteur du châssis et de l'épaisseur du blindage (fig. 6) (14, 15, 17, 21). Commandeur et al. (14) ont ainsi décrit des associations lésionnelles identiques chez des victimes d'EEI situées dans un même véhicule blindé à des mêmes postes.

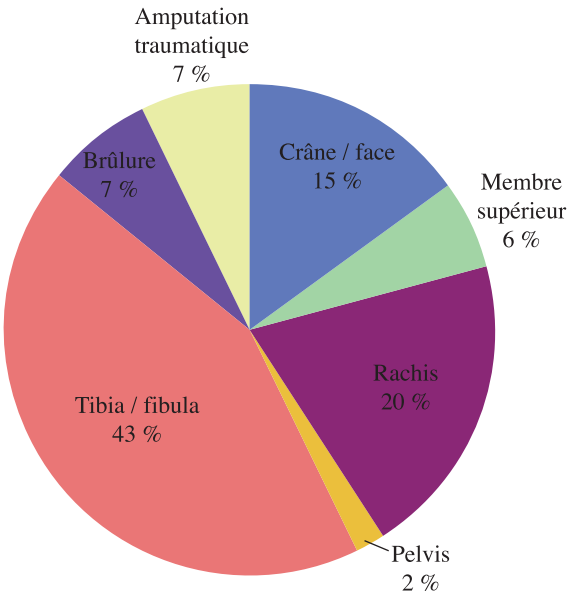


Figure 4. Répartition des lésions associées aux claques de pont (Ramasamy 1).

Particularités du relevage des blessés

La médicalisation de l'avant peut être retardée et délicate après une attaque de véhicule par une *roadside bomb*. D'une part parce que l'accès aux blessés est dangereux. Un second EEI destiné aux équipes de secours peut avoir été placé à proximité du premier, et le convoi peut être pris à parti par des tirs de l'ennemi : on parle d'EEI valorisé (2). D'autre part parce qu'il y a généralement plusieurs blessés graves, qui doivent être pris en charge simultanément par une seule équipe médicale. Ceux-ci peuvent être incarcérés dans le véhicule disloqué, ou au contraire avoir été éjectés lors de l'explosion (fig. 6).

Dans tous les cas, il s'agit d'appliquer les principes du « SAFE MARCHE RYAN », adaptation du *Tactical*

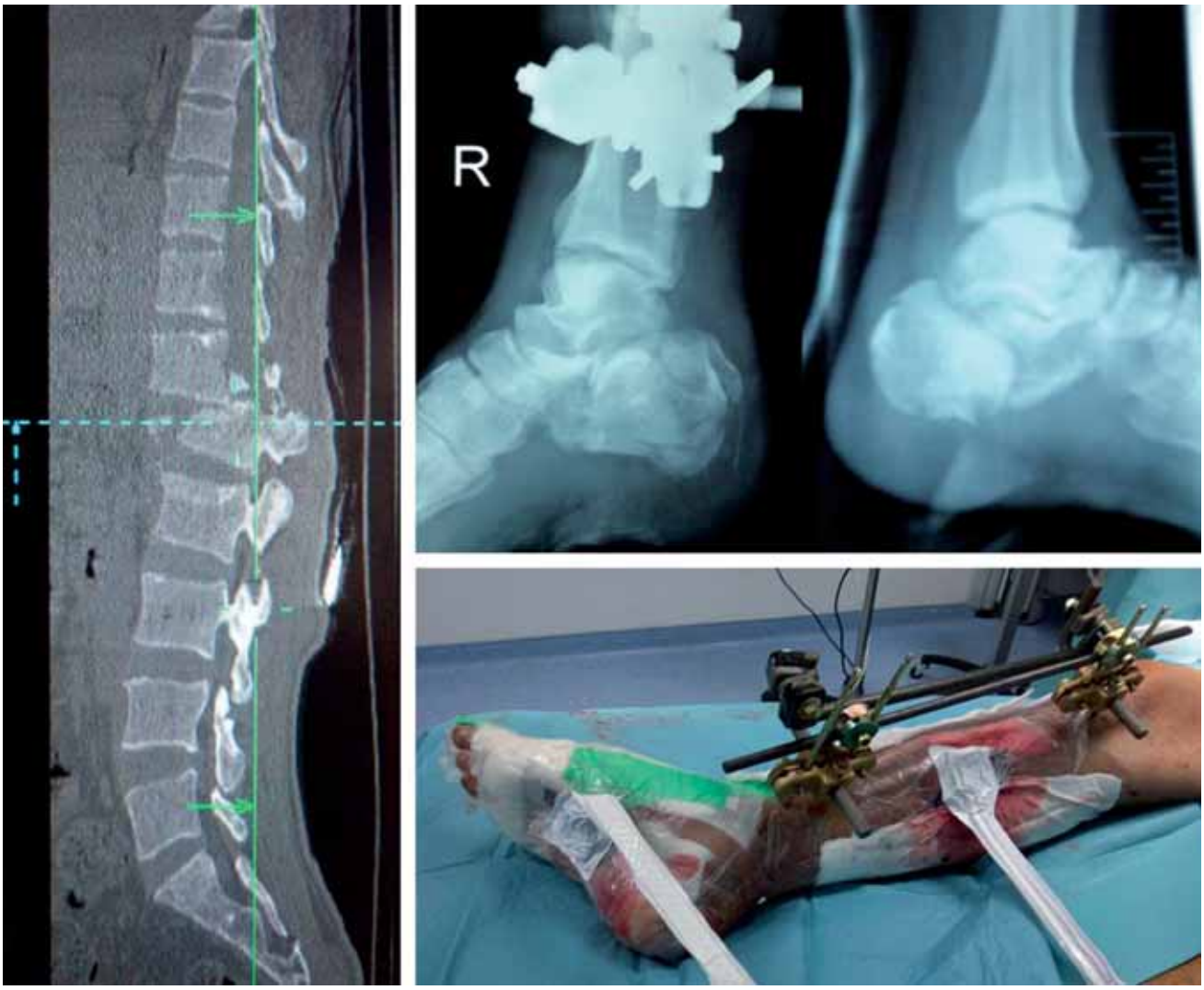


Figure 5. Associations lésionnelles multiples chez un policier afghan victime d'une *roadside bomb* dans un pick-up non blindé : fracture-luxation T12-L1 avec paraplégie, « claque de pont » fermée bilatérale compliquée secondairement d'une nécrose cutanée, et fracture ouverte de jambe droite.



Figure 6. Véhicule de l'avant blindé ayant sauté sur un EEI : la forme en V de la caisse avant a permis de dévier le souffle de l'explosion et de limiter les dégâts à l'intérieur de l'habitacle.

sur un plan dur ou dans un matelas coquille. Les lésions du pied et de la cheville relèvent d'une immobilisation par une attelle après nettoyage et application d'un pansement stérile sur des plaies. En cas de lésion(s) ouverte(s) une antibio-prophylaxie intra-veineuse (amoxicilline et acide clavulanique ou clindamycine) est débutée au plus tôt, en association au traitement antalgique et au remplissage vasculaire éventuel (23).

Prise en charge aux *Role 2/3*

Évaluation initiale

À l'arrivée au déchoquage, les blessés sont pris en charge de façon standardisée, en appliquant notamment les principes de l'*Advanced Trauma Life Support* (ATLS), avec une prise en charge des détresses vitales suivie d'un examen clinique conduit « de la tête aux pieds » (24). Dans le cas d'une victime par blast sans détresse respiratoire ni circulatoire, il faut examiner les tympans et rechercher de signes évocateurs de lésions pulmonaires, abdominales ou neurologiques associées, avant de se focaliser sur l'examen des extrémités (9).

Les « claques de pont » se présentent comme une déformation douloureuse ou un œdème de l'arrière-pied. Dans les formes sévères, avec des lésions étendues au médio-pied et/ou au pilon tibial, il s'agit d'un pied gonflé et déformé dont l'examen est limité (fig. 7). Il s'agit surtout de rechercher une ouverture cutanée, et d'évoquer un syndrome compartimental devant la constatation d'une tension cutanée excessive avec une peau luisante. La recherche des pouls périphériques est souvent irréalisable, mais il est possible d'évaluer la sensibilité plantaire (9).

En plus de la radiographie du thorax, du bassin et de l'échographie eFAST (extended Focused Assessment with Sonography for Trauma) réalisées au déchoquage, des radiographies des membres lésés sont pratiquées. En l'absence de scanner, des clichés du rachis complet de face et profil complètent ce bilan. Dans un *Role 3* le scanner corps entier doit être systématique si le blessé est hémo-dynamiquement stable. Il permet de rechercher



Figure 7. Soldat français victime d'un EEI dans un véhicule de l'avant blindé : DSI fermée bilatérale compliquée d'un syndrome des loges du pied (a). Radiographie de profil montrant une fracture complexe du calcanéum associée à une luxation du Chopart (b). Dermo-fasciotomies et exofixation pontant l'arrière-pied (c, d).

des lésions de blast digestives, pulmonaires ou cérébrales, de diagnostiquer des lésions rachidiennes associées, et de préciser les fractures de l'arrière-pied. Il s'agit surtout d'analyser l'atteinte des articulations sous-talienne et calcanéo-cuboïdienne, ainsi que le type des fractures du talus associées. Les classifications scannographiques utilisées en pratique civile sont en revanche inadaptées à la description des fractures du calcanéum par blast du fait de leur comminution (3, 25).

Damage control orthopédique (DCO)

Les traumatismes graves de l'arrière-pied relèvent d'un DCO « local » dont les objectifs essentiels sont la prévention de l'infection et la préservation de la fonction (9).

Décontamination des plaies

Les lésions ouvertes nécessitent un parage méticuleux réalisant l'excision des tissus contus ou dévitalisés pour diminuer la contamination. Dans un souci d'économie tissulaire, il convient de réaliser un parage marginal qui préserve les tissus traumatisés potentiellement viables, mais nécessite d'être repris secondairement par des parages itératifs (9). Il faut ensuite effectuer un lavage abondant de la plaie par du sérum physiologique à basse pression (17, 26).

Stabilisation osseuse

Les fractures de l'arrière-pied peu déplacées et non compliquées peuvent être immobilisées par des attelles plâtrées postérieures durant la phase d'évacuation. C'est le cas des fractures calcanéennes isolées ou associées à des fractures non déplacées du talus ou du pilon tibial. Aucune fixation interne ne doit être effectuée à ce niveau (3).

Les lésions sévères combinant des fractures multiples déplacées et des luxations de l'arrière-pied doivent être réduites et stabilisées de façon chirurgicale. À ce stade, il s'agit de réduire les grands déplacements et de ré-axer l'arrière-pied en utilisant un fixateur externe temporaire implanté selon les règles du DCO (11, 27). Le montage doit ponter la cheville, l'arrière-pied et le médio-pied en s'implantant au niveau du tibia et des métatarsiens (fig. 7). La réduction des luxations ou fractures-luxations associées de la sous-talienne, du Chopart ou du Lisfranc peut être impossible à obtenir à foyer fermé, et nécessiter une réduction sanglante par un abord limité. De même, le fixateur temporaire peut être insuffisamment rigide pour maintenir la réduction des interlignes, qui doivent alors être fixés par des broches complémentaires.

Dermo-fasciotomies

À notre sens, tous les pieds blastés gonflés et tendus, qu'il soit fermés ou ouverts, sont suspects de syndrome compartimental et imposent la réalisation de dermo-fasciotomies. Il faut décomprimer les différentes loges musculaires en combinant deux abords dorsaux (en regard des 2e et 4e métatarsiens) et un abord médial arciforme (18). Les incisions dorsales permettent de décomprimer les loges inter-osseuses et latérale, et peuvent être prolongées en proximal pour réduire les fractures-luxations du médio-pied (fig. 7). L'abord médial permet la décompression des différentes loges plantaires (28).

Non fermeture

Les plaies doivent être laissées ouvertes pour assurer un drainage maximal. La Thérapie à pression négative (TPN) peut être utile pour drainer ces plaies exsudatives, pour les isoler du milieu extérieur durant la phase d'évacuation, et pour faciliter la régression de l'œdème après dermo-fasciotomies (fig. 7) (9, 29). Cependant, la TPN est, souvent, difficile à utiliser au niveau du pied lorsqu'un fixateur externe a été mis en place. La proximité des fiches rend l'étanchéité du pansement difficile à obtenir et à maintenir lors du transport. Toute perte d'étanchéité entraîne alors un drainage inefficace faisant courir le risque d'une surinfection précoce sous ce type de pansement occlusif.

Amputation primaire

Les indications d'amputation primaire concernent essentiellement les fracas ouverts de l'arrière-pied et du médio-pied avec dévascularisation (types 3c de Gustilo), ainsi que ceux combinant de larges pertes de substances cutanée, osseuse et nerveuse (nerf tibial postérieur) (4, 25). Cette amputation doit être limitée aux impératifs du parage, souvent au quart inférieur de jambe, et laissée ouverte : la recoupe au niveau définitif et la fermeture seront effectuées secondairement.

Traitement définitif au *Role 4*

Traitement conservateur

Réparation des parties molles

Les lésions ouvertes requièrent parfois des parages itératifs et l'utilisation de la TPN jusqu'à obtenir une plaie propre autorisant la couverture cutanée. Différents procédés sont possibles : suture directe secondaire des plaies de petite taille ; greffe de peau mince sur un bourgeon de granulation de qualité ; substituts dermiques sur des tendons ou un os non fracturé ; lambeaux pédiculés ou libres en cas de perte de substance importante ou de lésion cavitaire. Les lambeaux de rotation sont rarement indiqués dans cette localisation. Les lambeaux pédiculés, comme le lambeau sural à pédicule distal, sont les plus utilisés pour couvrir la face latérale, médiale et parfois plantaire de l'arrière-pied. Les lambeaux libres (grand dorsal, antéro-latéral de cuisse) permettent de couvrir des défects majeurs, mais ils sont souvent épais et peuvent compromettre le chaussage ultérieur. De plus, les lésions de blast sur l'endothelium des vaisseaux rend les anastomoses micro-chirurgicales à haut risque de thrombose (25, 26).

Reconstruction ostéo-articulaire

Après la régression de l'œdème et/ou l'obtention de la couverture cutanée, il faut rétablir au mieux l'architecture de l'arrière-pied en abaissant la grosse tubérosité du calcanéum, en effaçant le varus et en stabilisant l'interligne de Chopart. En raison d'un taux élevé de



Figure 8. Restauration secondaire de la hauteur du calcanéum par une technique à foyer fermé en complément d'une exofixation pontant l'arrière-pied.

complications cutanées et infectieuses, la fixation interne des fractures et interlignes articulaires est essentiellement effectuée par des broches (fig. 8) (30).

En cas de perte de substance du calcanéum l'exofixation définitive s'impose le temps de la cicatrisation des parties molles et de l'intégration des greffes osseuses (25). Les défects extra-articulaires relèvent surtout de greffes autologues, mais des substituts osseux ou des allogreffes peuvent être utilisés (31). Les lésions de blast avec atteinte des articulations sous-taliennes imposent une arthrodèse sous-talienne, éventuellement associée à une greffe osseuse pour rétablir la hauteur du calcanéum.

Les fractures associées du col du talus relèvent d'une réduction à ciel ouvert et d'une fixation interne pour rétablir axe et longueur. Une arthrodèse du Chopart s'impose en cas d'atteinte des surfaces articulaires. Dans les cas les plus sévères, avec comminution, extrusion ou nécrose du talus, une arthrodèse tibio-calcanéenne peut être nécessaire en association avec une greffe osseuse massive pour limiter le raccourcissement de l'arrière-pied. Une autre alternative est l'utilisation d'un fixateur externe de type Ilizarov permettant la mise en compression du foyer d'arthrodèse tout en corrigeant le raccourcissement par une distraction tibiale (31).

Amputation secondaire et tardive

Le risque de complications septiques est majeur dans les lésions ouvertes de l'arrière-pied (de 42 % à 83 % selon les séries) et le taux d'amputation global élevé (2, 3, 12). Dans leur série de 102 fractures ouvertes du calcanéum, Dickens et al. (12) rapportent un taux d'amputation de 42 %, incluant 15 % d'amputations au-delà de trois mois. Les facteurs de risque d'amputation sont les plaies de grande taille, les atteintes plantaires (avec ou sans perte de sensibilité), et les types 3 de Gustilo : 61 % d'amputations pour les types 3b et 100 % pour les types 3c. Le risque d'amputation est deux fois plus élevé en cas d'infection. La survenue d'une infection précoce doit donc faire reconsidérer l'indication du traitement conservateur et envisager une amputation secondaire. Cependant, la décision d'amputer est aussi influencée par l'atteinte du membre controlatéral : lorsqu'un membre inférieur est amputé tout doit être tenté pour sauver le membre restant (25). Enfin, une amputation tardive est parfois nécessaire en cas de douleur chronique avec un pied non fonctionnel (4).

Conclusion

La prise en charge des traumatismes par blast de l'arrière-pied a bénéficié de l'application des procédures de DCO permises grâce à la rapidité des moyens d'évacuation modernes. Malgré un traitement effectué dans des conditions optimales, ces lésions sont génératrices d'une perte de mobilité et de douleurs chroniques. De telles séquelles fonctionnelles compromettent toujours l'avenir socioprofessionnel de ces blessés dont très peu reprennent le service.

Remerciements : les auteurs remercient B. Bauer et J. Jarry pour leur contribution à l'iconographie de cet article.

Les auteurs ne déclarent pas de conflit d'intérêt concernant les données présentées dans cet article.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. Pasquier P, de Rudnicki S, Donat N, Auroy Y, Merat S. Type et épidémiologie des blessures de guerre, à propos de deux conflits actuels : Irak et Afghanistan. J Annfar 2011;30: 819-27.
2. Samy J, Lemarie D, Chinelatto M. Médicalisation de l'avant en Afghanistan : à propos de 22 blessés au combat par agent pénétrant pris en charge durant Pamir XXIII au sein de la Task Force Altor. Médecine et Armées 2011;39:319-28.
3. Ramasamy A, Hill AM, Phillip R, Gibb I, Bull AMJ, Clasper JC. The modern "deck-slap" injury – calcaneal blast fractures from vehicle explosions. J Trauma 2011;71:1694-8.
4. Ramasamy A, Hill AM, Masouros S, Gibb I, Phillip R, Bull AMJ, Clasper JC. Outcomes of IED foot and ankle blast injuries. J Bone Joint Surg Am 2013;95:e25.
5. Barr JS, Draeger RH, Sager WW. Blast personnel injury; a clinical study. Mil Surg 1946;98:1-12.
6. Vittori JB, Pessereau G, Moine D, Fritz R. Sequelae of closed mine-foot. Considerations on 49 cases. Bull Mens Soc Med Mil Fr 1960;54:248-53.
7. Bailly M, Barascut, Barriere. Mine foot during the Algerian campaign. J Radiol Electrol Med Nucl 1961;42:776-9.
8. Carayon A, Tournier-Lasserve C. Data on the arterial lesions of mine foot. Mem Acad Chir 1964;90:169-73.
9. Bluman EM, Ficke JR, Covey DC. War wounds of the foot and ankle: causes, characteristics, and initial management. Foot Ankle Clin 2010;15:1-21.
10. Rigal S, Barthélémy R, Mathieu L, Barbier O. Indications du concept de Damage Control en orthopédie. E-mémoires de l'Académie nationale de chirurgie 2013;12:45-9.
11. Mathieu L, Bazile F, Barthélémy R, Duhamel P, Rigal S. Damage control orthopedics in the context of battlefield injuries: the use of temporary external fixation on combat trauma soldiers. Orthop Traumatol Surg Res 2011;97(8):852-9.
12. Dickens JF, Kilcoyne KG, Kluk MW, Gordon WT, Shawen SB, Potter BK. Risk factors for infection and amputation following open, combat-related calcaneal fractures. J Bone Joint surg Am 2013;95:e24 (1-8).
13. Fournel-Berthon C. Les apports des conflits afghan et irakien dans la prise en charge des blessés de guerre des membres. Lyon : Université Lyon I ; 2012:520 p.
14. Commandeur J, Derksen RJ, MacDonald D, Breederveld R. Identical fracture patterns in combat vehicule blast injuries due to improvised explosive devices; a case series. BMC Emerg Med 2012;12:12.
15. Kang DG, Lehman RA, Carragee EJ. Wartime spine injuries: understanding the improvised explosive device and biophysics of blast trauma. Spine 2012;12:849-57.
16. Ramasamy A, Hill AM, Masourous S, GGibb I, Bull AM, Clapser JC. Blast-related fractures patterns: a forensic biomechanical approach. J R Soc Interface 2011;8:689-98.
17. Ramasamy A, Hill AM, Clapser JC. Improvised explosive devices: pathophysiology, injury profiles and current medical management. J R Army Med Corps 2009;155:265-72.
18. Middleton S, Clasper J. Compartment syndrome of the foot: implications for military surgeons. J R Army Med Corps 2010;156:241-4.
19. Andersen RC, Ursua VA, Valosen JM, Shawen SB, Davila JN, Baechler MF, Keeling JJ. Damage control orthopaedics : an in-theatre perspective. J Surg Orthop Adv 2010;19:13-7.
20. Scalea T, Goldstein A, Philips T, et al. An analysis of 161 falls from a height: the "jumper syndrome". J Trauma 1986;26:706-12.
21. Possley DR, Blair JA, Freedman BA, Schoenfeld AJ, Lehman RA, Hsu JR, and the Skeletal trauma Consortium. The effect of vehicle protection on spine injuries in military conflicts. Spine 2012;12:843-8.
22. Sebesta J. Special lessons learned from Iraq. Surg Clin North Am 2006, 83:711-26.
23. MCS Pons, MCS Rigal, MCS Debord, MCS Cavallo, MC Debien. Antibioprophylaxie des plaies et blessures de guerre. Recommandations du Service de santé des armées, 1er février 2008.
24. The American College of Surgeons' Committee on Trauma. Advanced trauma life support for doctors ATLS: manuals for coordinator and faculty. 8th edition. Chicago: American College of Surgeons; 2008.
25. Shaven SB, Keeling JJ, Branstetter J, Kirk KL, Ficke JR. The mangled foot and leg: salvage versus amputation. Foot Ankle Clin 2010;15:63-75.
26. Baechler MF, Groth AT, Nesti LJ, Martin BD. Soft tissue management of war wounds of the foot and ankle. Foot Ankle Clin 2010;15:113-38.
27. Barbier O, Rigal S, Mathieu L. Les différents montages en fonction du site anatomique. In: "La fixation externe : du « damage control orthopédique » à la fixation définitive. Montpellier : Sauramps Médical ; 2012. 71-76.
28. Cronier P. Syndrome des loges du pied. In : Leemrijse T et Valtin B eds. Pathologie du pied et de la cheville. Issy-les-moulineaux 2009:710-4.
29. Couch KS, Stojadinovic A. Negative-pressure wound therapy in the military: lessons learned. Plast Reconstr Surg 2011;127:S117-30.
30. Beltran MJ, Collinge CA. Outcomes of high-grade open calcaneus fractures managed with open reduction via the medial wound and percutaneous screw fixation. J Orthop Trauma 2012;26:662-70.
31. Keeling JJ, Hsu JR, Shawen SB, Andersen RC. Strategies for managing massive defects of the foot in high-energy combat injuries of the lower extremity. Foot Ankle Clin 2010;15:139-49.