

Fixation externe provisoire et « damage control » orthopédique en contexte de chirurgie de guerre

Staged external fixation and “damage control orthopaedics” (DCO) in the context of war time surgery

S Rigal*, L Mathieu**, P Duhamel**, E Van Gaver**.

*Professeur agrégé du Val de Grâce, chef de service.

**Chirurgien des Hôpitaux des Armées.

Mots clés

- ◆ Traumatisme des membres
- ◆ fixateur externe temporaire
- ◆ damage control orthopédique
- ◆ chirurgie de guerre

Résumé

Méthode : le « damage control » orthopédique (DCO) désigne un concept de prise en charge en urgence des fractures avec une stabilisation initiale rapide et temporaire qui autorise une fixation définitive différée sans en limiter les choix techniques. En chirurgie de guerre la stabilisation osseuse indispensable en urgence est réalisée par fixateur externe (FE), seul mode d'ostéosynthèse compatible avec un contexte sanitaire peu favorable à la chirurgie osseuse.

Résultats : à un recul moyen de 19 mois, nous avons analysé l'utilisation de 18 FE chez 16 militaires français blessés en opération extérieure. Le FE a été converti en ostéosynthèse interne dans 8 cas (1 infection). Dix fois le FE a été maintenu jusqu'à la consolidation osseuse. Tous les patients ont recouvré leur autonomie et la consolidation osseuse est acquise dans tous les cas.

Discussion : le DCO en utilisation civile est pratiqué selon trois scénarios : celui du traitement des patients polytraumatisés, le polyblessé de guerre n'en est qu'un aspect particulier ; celui d'une option de stabilisation temporaire dans un centre qui assure un traitement indispensable en urgence avant transfert vers un centre aux ressources plus importantes, c'est le concept de la chirurgie du théâtre d'opération ; celui du traitement en urgence des lésions graves pluritissulaires des membres, caractéristiques fréquentes des lésions de guerre. Le DCO, appliqué en contexte de guerre, est une « chirurgie tactique » avec pour objectifs en urgence d'assurer l'hémostase voire la revascularisation, de décontaminer les plaies et de stabiliser les segments osseux, ultérieurement de ne pas gêner les gestes de réparation des parties molles ou de fixation des fractures par des matériels internes.

Conclusion : cette série est représentative des lésions des membres rencontrées en contexte de guerre et des stratégies thérapeutiques possibles après la mise en place d'un fixateur externe en urgence.

Keywords

- ◆ Extremity
- ◆ combat wounds
- ◆ alternative definitive fixation
- ◆ OIF
- ◆ OEF
- ◆ temporary external fixator
- ◆ damage control orthopaedics
- ◆ war surgery

Abstract

The navy term « damage control » is employed in an orthopaedic context to define fast and initial fracture stabilization, in order to allow final and definitive repair in better conditions, without any limitation in technical choices. Injured limbs encountered in the context of field operations fall into two categories: specific wounds caused by combat, and non specific wounds caused by civilian trauma. Treatment is carried out in field hospitals before evacuation for final treatment in a regular hospital. Essential skeletal stabilization is carried out by external fixation compatible with situations with unfavourable sanitary conditions. We analyzed the use of 18 external fixators in 16 French soldiers wounded in military operations.

Methods : External fixation was used 5 times in polytrauma patients, 3 times in closed fractures, 10 times in open fractures. Three sequential treatments were applied according to the principles of the DCO: surgical “debridement” and excision of the open wounds and temporary stabilization by external fixator in the theatre of operations; recovery and evacuation to France; then final treatment of the wound. External fixation was converted into internal osteosynthesis in 8 cases. In the 10 other cases the external fixator was maintained until the bone healed.

Results : Results were reviewed after an average of 19 months. One infection after conversion into internal osteosynthesis was noted. All patients recovered their autonomy, and complete healing of the fractures was achieved in all cases. 13 patients resumed their professional work.

Discussion and conclusion : DCO for civilian use is practiced in three situations. Firstly, the treatment of patients with multiple injuries where internal osteosynthesis is not immediately needed or where final fixation of long bone fractures involves an unacceptable general risk, multiple wounds of war is only one particular example. Secondly, the temporary stabilization of a patient in a center which provides care before transfer onwards to a facility with greater resources, this is the concept of the field hospital. Thirdly, emergency treatment of serious multi-tissue wounds of fractured limbs associated with severe soft tissue damage, such as are frequently encoun-

Correspondance :

Service d'orthopédie traumatologie et chirurgie réparatrice des membres, hôpital d'instruction des armées Percy, 101 avenue Henri Barbusse, 92140 Clamart, France.

Email : s.rigal@libertysurf.fr

tered with war wounds. This concept of using external fixation is not so different from the seventies medical practices, when an apparatus was developed specifically by the French military health service for the use in field hospitals in a war zone. Initial stabilization was performed in a spirit of "portable traction," very similar to what was expected from an external fixator used in DCO. Actual use relies on simple assembly, fast installation, with few pins, and placed at a distance from the fracture in order not to interfere with the secondary internal osteosynthesis. Currently DCO, applied in context of war, is a "tactical surgery" with objective is to ensure hemostatic and revascularization in emergencies, décontamination and bone segment stabilization, in a way that will not obstruct later repair of soft tissue or fracture stabilization by internal materials. DCO also concerns closure of wounds of the lower extremity, particularly to the femur which poses stabilization problems on the battlefield and during evacuation and where the best possible stabilization consist in intramedullary nailing. This series is representative of the wounds encountered in the context of war, and of the possible therapeutic strategies after installation of an external fixator in emergencies. Staged external fixation is a valuable strategy for treating war injuries to the extremities.

Initialement développé pour faire face aux traumatismes abdominaux avec hémorragie massive (1), le « damage control » chirurgical a ensuite été appliqué à la prise en charge des polytraumatisés instables ayant des fractures des os longs et du bassin. A la phase initiale, l'objectif est de limiter l'agression chirurgicale source d'une augmentation de la morbi-mortalité (2-4). Il faut pour cela renoncer à l'ostéosynthèse idéale pour une stabilisation temporaire des fractures de façon rapide et peu invasive, le plus souvent par fixateur externe.

Ce « damage control » orthopédique (DCO) trouve une application particulière dans la prise en charge des traumatismes des membres chez les militaires en opération extérieure. En contexte de guerre, les lésions des membres peuvent être des dégâts ostéo-articulaires majeurs liés à divers agents vulnérants, ou des traumatismes non spécifiques semblables à ceux rencontrés en pratique civile. Dans les formations chirurgicales de l'avant, les conditions d'asepsie précaires et la limitation en moyens d'ostéosynthèse imposent une stratégie thérapeutique basée sur l'exofixation.

L'objectif de cette étude rétrospective était d'analyser l'utilisation de la fixation externe provisoire sur une série de militaires français blessés en opération, opérés en urgence, puis rapatriés en France pour le traitement définitif des lésions. Les spécificités des lésions rencontrées, les principes du DCO de guerre et les stratégies d'exofixation possibles sont ensuite discutés.

Matériel et méthodes

Présentation de la série

Entre 2004 et 2009, le DCO a été appliqué chez 16 militaires français pris en charge secondairement dans notre service à la suite d'un traumatisme grave des membres survenu en opération extérieure. Tous étaient de sexe masculin et avaient un âge moyen de 30,3 ans (extrêmes : 20 à 53 ans) au moment du traumatisme. Ils ont été blessés sur différents théâtres d'opération : Côte d'Ivoire (2 cas), Irak (2 cas), Kosovo (1 cas) et Afghanistan (11 cas). Onze patients ont été touchés par des agents vulnérants de guerre : balle à haute vitesse (4 cas), éclats de roquette (1 cas), mine anti-personnel (1 cas), mine

anti-char ou engin explosif improvisé (5 cas). Cinq ont été victimes d'un accident de véhicule : renversement d'un blindé (4 cas) et crash d'hélicoptère (1 cas).

Les lésions concernaient le membre inférieur dans 14 cas, dont 4 lésions bilatérales, et concernaient le membre supérieur dans 2 cas. Dix blessés présentaient des lésions associées : 3 polytraumatismes avec lésions thoraco-abdominales sévères, dont 1 a nécessité un « damage control » abdominal immédiat ; 4 polycrises par éclats d'engins explosifs compliqués d'un syndrome compartimental de jambe et d'une plaie abdominale pénétrante ; et 3 lésions de blast ORL ou pulmonaire.

La prise en charge des blessés s'est faite de façon séquentielle à chacun des niveaux de la chaîne du soutien sanitaire

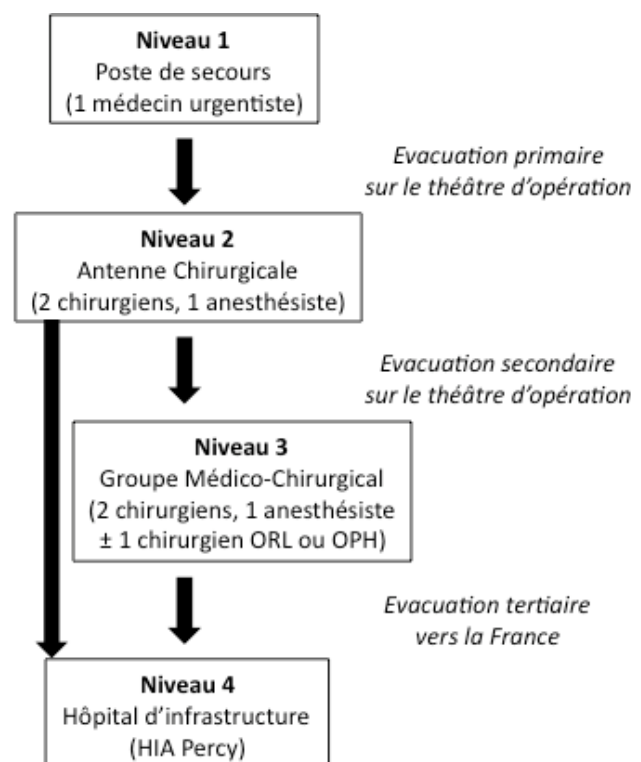


Figure 1. Organisation logistique du soutien sanitaire en opération extérieure.

Polyblessés (n=5)	1 Traumatisme étagé du Mbre Inf Dt + 1 luxation sous-taliennne G 1 Fr fermée de jambe + 1 fracas ouvert de cheville 1 Fr fermée de la diaphyse fémorale
Fractures fermées (n=3)	1 Fr fermée de la diaphyse fémorale 1 Rupture de l'anneau pelvien Tile C 1 Fr diaphysaire de jambe
Lésions ouvertes (n=10)	3 Fr ouvertes de l'extrémité supérieure du fémur 1 Fr ouverte de la diaphyse fémorale 2 Fr ouvertes de jambe Gustilo 3b 1 fracas ouvert de cheville 1 fracas ouvert d'avant-bras 1 fracture ouverte de la diaphyse fémorale et section de l'artère fémorale superficielle 1 coude flottant ouvert avec section de l'artère brachiale

Tableau. Dix-huit fixateurs externes utilisés dans 3 contextes chez 10 blessés.

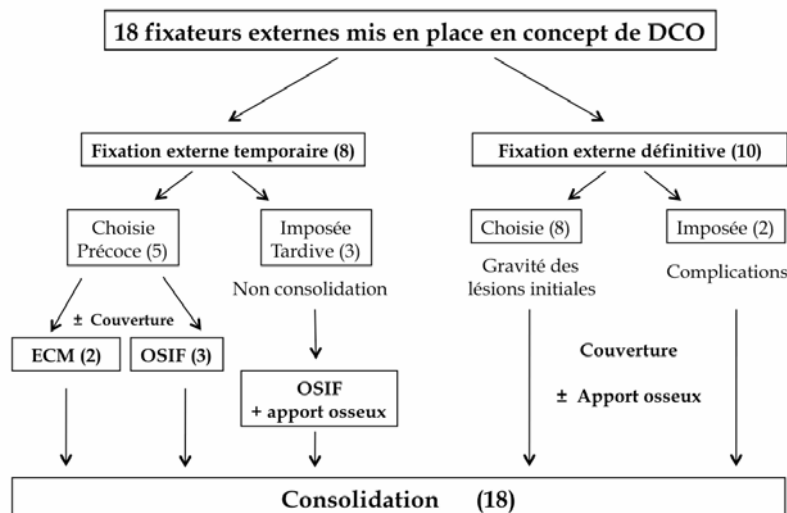


Figure 2. Tactiques d'utilisation de 18 fixateurs externes mis en place dans une formation du théâtre d'opération en conditions d'opération extérieure (ECM : enclouage centromédullaire, OSIF : ostéosynthèse intrafocale par plaque)

en opération (fig. 1). Le relevage sur le terrain et les premières mesures de réanimation ont été effectués par un médecin des armées urgentiste (niveau 1). L'évacuation primaire s'est ensuite faite vers une formation chirurgicale de l'avant (niveau 2 ou 3) dans des délais variant de 2 à 24 heures en fonction du contexte opérationnel. Le rapatriement sur l'hôpital d'infrastructure en France (niveau 4) a été effectué par voie aérienne.

Traitement chirurgical initial

Dix-huit lésions ont nécessité la mise en place d'un fixateur externe, dans 3 contextes différents : polytraumatismes, fractures fermées, lésions ouvertes (tableau). Cinq fixateurs externes ont été mis en place chez les 3 polytraumatisés pour : un traumatisme étagé du membre inférieur droit (fracture ouverte du fémur et luxation ouverte du genou avec fracture du plateau tibial latéral) associé une luxation sous-talienne gauche ; une fracture fermée de jambe gauche associée à un fracas ouvert de cheville droite ; et une fracture fermée de la diaphyse fémorale. Trois fixateurs externes ont été utilisés pour des fractures fermées : une rupture de l'anneau pelvien ; une fracture de la diaphyse fémorale ; et une fracture diaphysaire de jambe. Enfin, 11 fixateurs externes ont servi au traitement de lésions ouvertes occasionnées par des agents vulnérants de guerre et appréciées suivant la classification de Gustilo et Anderson (5) : 3 fractures de l'extrémité supérieure du fémur (2 Gustilo 3a et 1 Gustilo 3b) ; 2 fractures de la diaphyse fémorale (Gustilo 2 et 3c) ; 2 fractures de jambe de type Gustilo 3b ; 1 fracas de cheville avec destruction du talus ; 1 fracas d'avant-bras avec perte de substance sur la diaphyse radiale Gustilo 3b ; et 1 coude flottant Gustilo 3a. Toutes les plaies ont été traitées par un parage et un débridement large pour un bilan lésionnel complet, puis ont été laissées ouvertes ou partiellement refermées.

Plusieurs lésions vasculo-nerveuses étaient associées : une section de l'artère fémorale superficielle avec ischémie et 2 contusions du nerf sciatique avec déficit sensitivo-moteur complet sur des fractures ouvertes du fémur ; une section de l'artère brachiale avec ischémie et section du nerf médian sur le coude flottant ouvert ; une section du nerf radial sur le fracas ouvert d'avant-bras. Les réparations artérielles ont consisté en des pontages veineux saphènes inversés, et les nerfs sectionnés ont été simplement repérés. Des dermo-fasciotomies de l'avant-bras ont également été réalisées après la réparation de l'artère brachiale car la durée d'ischémie dépassait les 6 heures.

Des amputations du membre inférieur étaient associées et/ou se sont imposées chez 2 blessés. Le premier présentait une

amputation traumatique du tiers distal de la jambe gauche associée à une fracture ouverte Gustilo 3b de la jambe droite. Le second avait une désarticulation traumatique du genou droit, une quasi amputation de la jambe gauche (ayant imposé une régularisation) et une fracture ouverte de la hanche droite.

Réanimation et évacuation sanitaire

Neuf blessés ont bénéficié d'une transfusion de globules rouges. Parmi eux, 5 ont également reçu des concentrés plaquetaires et/ou du plasma frais congelé. En cas de lésion ouverte, une antibioprophylaxie intra-veineuse était débutée dès le relevage et poursuivie au moins 72 heures. Il s'agissait le plus souvent de pénicilline associée à de l'acide clavulanique, ou d'une association d'antibiotiques efficaces sur les germes aérobie et anaérobie. Trois blessés présentant des fractures fermées isolées n'ont pas reçu d'antibiotique.

Les 3 polytraumatisés ont été évacués le jour même, par voie aérienne rapide, sous sédation et respiration artificielle. Le blessé présentant un coude flottant avec lésion artérielle a également été évacué dans les mêmes conditions, en raison de l'ischémie prolongée et du risque de thrombose précoce du pontage. Les autres blessés ont été évacués conscients, après stabilisation complète de leurs fonctions vitales. En excluant un blessé pris en charge par une équipe américaine en Irak et rapatrié après 30 jours, l'arrivée sur le sol français s'est faite en moyenne en 2,8 jours (extrêmes : 1 à 7 jours) après le traumatisme.

Traitement chirurgical secondaire

Urgences différées

Huit blessés ont nécessité une reprise chirurgicale en urgence à leur arrivée en France. Un polytraumatisé a été réopéré par une équipe multidisciplinaire pour la pose d'une endoprothèse aortique, un rétablissement de continuité digestive après laparotomie écourtée, une arthrodèse cervicale antérieure C5-C7 et une ostéosynthèse du massif facial. Des dermo-fasciotomies se sont imposées chez 3 blessés qui avaient développé un syndrome compartimental de la jambe (2 cas) ou du pied (1 cas) durant le transport. Les 2 blessés au membre supérieur ont été repris pour réparer les nerfs sectionnés par suture directe. Les autres urgences différées étaient le lavage d'une infection précoce après fracture ouverte du fémur, et le vissage d'un plateau tibial latéral avec modification du

fixateur fémoro-tibial pour parfaire la réduction de la fracture fémorale sus-jacente.

Lésions des parties molles

Un complément de parage des parties molles a été pratiqué systématiquement lors de la première reprise chirurgicale chez les 14 blessés présentant des lésions ouvertes. Un parage itératif s'est imposé dans 9 cas lors de la deuxième reprise chirurgicale, et dans 4 cas lors de la troisième reprise. Chez les 3 patients amputés, le niveau d'amputation a été révisé lors de la deuxième reprise. La thérapie à pression négative (Vacuum Assisted Closure® -laboratoire KCI) a été utilisée 8 fois. La couverture cutanée a été assurée par fermeture directe ou cicatrisation dirigée dans 6 cas, par une greffe de peau mince dans 5 cas, et par un lambeau libre de grand dorsal avec palette cutanée pour 3 fractures ouvertes de jambe ou de cheville.

Lésions osseuses (fig. 2)

L'exofixation a été convertie en ostéosynthèse interne dans 8 cas. Il y a eu 5 conversions précoces dans les 2 premières semaines, et 3 conversions tardives imposées par des retards de consolidation. Parmi les 5 conversions précoces il y avait une fixation de l'anneau pelvien par des plaques vissées quatre jours après un traumatisme fermé ; 2 enclouages centro-médullaires du fémur cinq et sept jours après des fractures diaphysaires fermées ; une fixation de l'extrémité supérieure du fémur par vis-plaque de type *Dynamic Hip Screw* (DHS) trois jours après une fracture ouverte ; ainsi qu'une stabilisation du coude flottant par des plaques humérale et ulnaire après 13 jours nécessaires à l'obtention de la fermeture cutanée. Les conversions tardives ont été une vis-plaque DHS avec greffe cortico-spongieuse à 108 jours d'une fracture ouverte du massif trochantérien ; une plaque fémorale diaphysaire avec décortication 92 jours après une fracture ouverte avec lésion vasculaire ; et une plaque verrouillée de radius avec greffe cortico-spongieuse dans le cadre d'une technique de membrane induite (6) à 97 jours d'un fracas ouvert avec perte de substance étendue du radius.

L'exofixation a été maintenue jusqu'à la fin du traitement dans 10 cas. Dans 2 cas, la conversion en fixation interne n'a pu se faire en raison de complications secondaires : un syndrome compartimental ayant imposé des dermofasciotomies sur une fracture de jambe fermée, et un abcès des parties molles apparu trois semaines après une fracture ouverte du fémur avec un délabrement des masses musculaires. Dans les 8 autres cas il s'agissait d'un choix tactique, lié à l'impossibilité de toute fixation interne, devant un fracas ouvert de hanche avec des lésions digestives, devant la fracture ouverte du fémur associée à une fracture-luxation du genou, devant 2 fractures ouvertes de jambe Gustilo 3b, 3 fracas ouverts de cheville, et une luxation sous-talienne ouverte.

Résultats

Les complications observées ont essentiellement été d'ordre septique, mais une seule infection ostéo-articulaire a été déplorée après une conversion tardive en ostéosynthèse interne. Il s'agissait d'une infection précoce sur vis-plaque DHS (posée après 3 mois d'exofixation) dont l'évolution a été favorable après un lavage chirurgical et une antibiothérapie prolongée. Malgré cette infection, le matériel interne a pu être conservé jusqu'à consolidation osseuse. Quatre infections mineures ont également été notées : 2 abcès des parties molles ; et 2 infections sur fiche de fixateur parmi les 110 fiches posées chez les 16 blessés. Enfin, une arthrite septique du genou est survenue plus de deux ans après une fracture ouverte sus- et inter-condylienne du fémur traitée par exofixation et ostéosynthèse à minima.

Les autres complications post-opératoires ont été une embolie gazeuse au décours d'un lavage de hanche avec utilisation d'eau oxygénée et 2 nécroses de lambeau de grand dorsal libre sur des fracas ouverts de jambe par explosion de mine. La couverture osseuse a alors été assurée par une combinaison de lambeaux musculaires régionaux pédiculés dans 1 cas, et par une cicatrisation dirigée avec greffe de peau secondaire dans l'autre cas.

Le recul moyen à la révision était de 19 mois (extrêmes : 6 à 49 mois), tous les patients ayant été suivis conjointement par un chirurgien et par un médecin rééducateur. La consolidation était acquise dans tous les cas, et tous les patients avaient recouvré une autonomie complète. Les blessés au membre inférieur avaient tous repris un appui complet et marchaient sans aide, à l'exception des deux patients amputés qui avaient besoin de cannes en complément de leur appareillage. Le patient ayant une amputation bilatérale se déplaçait en fauteuil roulant pour les grandes distances. Les deux blessés au membre supérieur avaient une fonction limitée par les raideurs articulaires, en particulier en pronosupination, et par les lésions nerveuses qui étaient encore en cours de récupération. Treize patients avaient repris une activité professionnelle dans un délai de 4 mois à 14 mois : 11 exerçaient toujours dans leur unité, le plus souvent dans un emploi aménagé et 2 avaient quitté l'armée. Les 3 autres patients étaient encore en congés de longue maladie au dernier recul en raison de séquelles, conséquence des lésions associées (amputation, lésion nerveuse greffée, lésions multiples des membres inférieurs).

Discussion

Traumatismes des membres de guerre

Conformément aux données des études épidémiologiques américaines (7, 8), les agents vulnérants rencontrés dans cette série étaient surtout des éclats métalliques, issus de diverses munitions, et plus rarement des balles de fusil d'assaut. Les conflits actuels sont ainsi caractérisés par l'utilisation d'engins explosifs improvisés déclenchés au passage des convois militaires (9-11). Les projectiles de guerre occasionnent souvent des dégâts ostéo-articulaires sévères sources de retards de consolidation ainsi que des délabrements majeurs des parties molles.

Les lésions des membres de guerre peuvent aussi être occasionnées par des traumatismes de pratique civile, tels que les accidents de véhicules qui sont à l'origine de 20 % des lésions rencontrées dans cette série. Il s'agit le plus souvent de traumatismes fermés qui ne peuvent être traités de façon idéale en raison des contraintes sanitaires spécifiques au contexte de guerre : moyens d'ostéosynthèse limités, aseptie des blocs opératoires variable, possibilités d'hospitalisation faibles, conditions d'insécurité, et possibilité d'afflux massif de blessés.

« Damage Control » orthopédique de guerre ou « chirurgie tactique »

La stratégie du traitement des lésions des membres en contexte d'opération extérieure repose sur 3 priorités hiérarchisées : sauver la vie, sauver le membre et préserver la fonction. La gravité des lésions rencontrées et les contraintes spécifiques au soutien sanitaire dans ce contexte imposent une prise en charge séquentielle répondant aux principes du *damage control* chirurgical (1). Le concept du DCO, utilisé avec succès depuis plusieurs années pour le traitement des polytraumatisés en pratique civile (2-4), trouve ici une application particulière. Cependant ce DCO de guerre peut sem-

bler différer du DCO tel qu'il a été décrit en pratique civile, car il est surtout justifié par des impératifs logistiques ou opérationnels, et non par l'instabilité du patient. En réalité, il n'est qu'une application des 3 scénarios de DCO appliqués en pratique civile. Celui du traitement des patients polytraumatisés chez qui une fixation des fractures intra articulaires n'est pas une nécessité immédiate ou chez lesquels la fixation définitive des fractures des os longs entraîne un risque général inacceptable, le polyblessé de guerre n'en est qu'un aspect particulier. Celui d'une option de stabilisation temporaire dans un centre qui assure un traitement indispensable en urgence avant transfert vers un centre aux ressources plus importantes, c'est le concept de la chirurgie dans les structures chirurgicales du théâtre d'opération. Celui du traitement en urgence des lésions graves pluritissulaires des membres, ce qui caractérise fréquemment les lésions de guerre.

Covey (9) préfère ainsi utiliser le terme de « tactical orthopedic intervention » pour désigner la première phase de ce DCO de guerre qui a trois principaux objectifs : assurer l'hémostase, limiter la contamination des plaies et stabiliser les segments osseux avant l'évacuation.

Contrôle des hémorragies

L'hémostase doit être rapide et rigoureuse, car les possibilités de transfusion sanguine sont limitées. Au niveau des membres, il peut s'agir :

- de la fermeture d'un bassin par un fixateur externe, plus ou moins associée à un packing pelvien en l'absence de possibilité d'embolisation artérielle ;
- de la ligature d'un axe vasculaire lorsque celle-ci n'expose pas à un risque d'ischémie majeure, ou lorsque l'état hémodynamique du blessé ne permet pas un geste de revascularisation ;
- d'une amputation de nécessité devant un fracas hémorragique avec lésions nerveuses.

Décontamination des plaies

Elle repose en premier lieu sur le parage chirurgical, qui réalise le retrait des corps étrangers et l'excision des tissus contus ou dévitalisés (12). Les règles du parage sont édictées depuis longtemps, mais il existe une confusion sur les termes employés dans la littérature. Les auteurs nord-américains utilisent le terme français débridement pour désigner toute la procédure chirurgicale de parage, alors que pour les auteurs anglais et français ce terme ne correspond qu'à la première phase d'agrandissement de la plaie pour mener l'exploration (12). Comme le montre cette série, un parage itératif est très souvent nécessaire dans les traumatismes de guerre. Il laisse alors de vastes pertes de substances qui imposent parfois des gestes de couverture. En cas de polycrissage, seuls les éclats facilement accessibles sont retirés d'emblée. Les éclats restants seront retirés plus tard, en sachant que les éclats inférieurs à 2 cm peuvent être laissés en place, s'ils sont situés à distance des vaisseaux et non issus de mines (12, 13).

Les plaies doivent être initialement laissées ouvertes jusqu'à ce quelles soient propres et qu'un bourgeon de granulation apparaisse. En l'absence d'infection et de parage complémentaire, la fermeture des plaies peut être effectuée après 6 jours par différents procédés (suture directe, greffe de peau, lambeaux) [12]. La non fermeture des plaies par projectile constitue une indication idéale des pansements à pression négative. Très largement utilisés dans cette série, ceux-ci ont transformé la prise en charge des plaies des parties molles de guerre (10, 11). Ils permettent en effet un drainage efficace, tout en favorisant la formation du tissu de granulation et en diminuant progressivement la taille de la plaie (14) et assurent durant les étapes de l'évacuation un pansement stérile et étanche.

La prévention de l'infection passe aussi par une antibio prophylaxie. Les germes contaminant initialement les plaies balistiques de guerre sont typiquement des gram positifs, mais

des bactéries gram négatives résistantes apparaissent secondairement dans les plaies. Les protocoles de traitement sont calqués sur ceux utilisés en pratique civile, mais ils sont modifiés à différents niveaux de la chaîne d'évacuation. La durée recommandée de l'antibioprophyllaxie est de 5 jours pour éviter l'apparition de germes résistants (15).

Exofixation et « Damage Control orthopédique »

A l'exception des traumatismes fermés des extrémités qui peuvent s'immobiliser par des attelles plâtrées, les fracas ostéo-articulaires ouverts, les fractures fermées des os longs et les fractures instables du bassin doivent être stabilisées par un fixateur externe en contexte de guerre (10, 11). L'utilisation d'un fixateur externe dans le cadre d'une procédure de DCO ne répond que partiellement au cahier des charge de l'exofixation définitive. Si les impératifs anatomiques (rapports vasculo-nerveux et articulaires) dictant la mise en place des fiches restent les mêmes, les impératifs biomécaniques diffèrent, car il s'agit d'une « traction portative » destinée à maintenir une réduction et permettre l'évacuation dans de bonnes conditions. Il faut avoir recours à des montages simples, rapides à mettre en œuvre, et compatibles avec une ostéosynthèse interne secondaire. Le fixateur externe d'évacuation doit donc être monoplan, modulaire, et évolutif. Il faut utiliser un minimum de fiches (2 x 2) et les placer à distance du foyer de fracture pour limiter le risque de complication septique. Dans ces conditions biomécaniques, les fiches doivent être d'au moins 5 mm de diamètre au membre inférieur et de 4 mm au membre supérieur, les portes-fiches doivent être proches de la peau et les barres de liaison de gros diamètre pour obtenir une rigidité suffisante. L'implantation doit se concevoir dans une démarche tactique qui pour les lésions ouvertes intègre les gestes ultérieurs éventuels de couverture par lambeaux locorégionaux qui doivent être respectés lors de la mise en place des fiches. En revanche, cette exofixation temporaire peut ne pas prendre en compte les impératifs fonctionnels (respect des plans de glissement, liberté des articulations), car aucune rééducation ne sera débutée avant le retrait ou la modification de l'appareillage.

Traitement des lésions vasculo-nerveuses

Les lésions artérielles par projectiles imposent le plus souvent des réparations par pontage veineux inversé, qui doivent être associées à des dermo-fasciotomies en cas de revascularisation tardive (16-18). L'utilisation d'un shunt temporaire peut être intéressante pour limiter le temps d'ischémie et réaliser la réparation artérielle après l'exofixation. Ce shunt peut aussi autoriser un transfert secondaire rapide du blessé, vers une structure de niveau 3 dotée d'un chirurgien vasculaire (18). Sauf exceptions, les extrémités nerveuses sectionnées sont initialement repérées et fixées pour éviter leur rétraction. A partir de notre expérience clinique il nous semble préférable d'assurer une fixation lorsque cela est réalisable des extrémités entre elles plutôt qu'une fixation à des structures de voisinages telles les aponévroses dont la rétraction est importante ce qui majore encore la perte de substance nerveuse. La réparation nerveuse est effectuée après évacuation dans des structures de niveau 4 (7).

Devant des lésions majeures, l'amputation primaire s'impose parfois. L'indication est parfois évidente devant un membre délabré et dévascularisé, mais elle peut être difficile à poser devant des lésions moins sévères (19). Les lésions vasculaires sont bien sûr un élément essentiel ; mais les atteintes nerveuses sont déterminantes au membre inférieur, bien qu'elles ne soient pas toujours prises en compte par les scores pronostiques, notamment le Mangled Extremity Severity Score (MESS) de Johansen et al (20). La décision d'amputation ne doit pas être prise sur la base de ce type de score, mais doit résulter d'une évaluation clinique et radiologique par au moins deux chirurgiens (19, 21). Dans l'urgence l'amputation doit être la plus économique possible, limitée aux impératifs du parage,

avec une coupe osseuse située au niveau le plus distal des parties molles. Aucun lambeau ne doit être réalisé et le moignon ne doit pas être fermé lors du traitement initial (21). Le niveau d'amputation définitif est défini secondairement en milieu spécialisé, afin de réaliser l'appareillage dans les meilleures conditions (10, 11, 21).

Tactiques d'exofixation

Après évacuation, le fixateur externe posé en urgence peut être retiré et remplacé par une fixation interne ; ou peut être laissé jusqu'à la consolidation osseuse, sous réserve d'une modification du montage pour répondre aux impératifs anatomiques, biomécaniques et fonctionnels de l'exofixation classique.

L'exofixation temporaire peut être une tactique choisie lorsque le fixateur est retiré précocement pour réaliser un enclouage à foyer fermé ou une ostéosynthèse à foyer ouvert, après un éventuel geste de couverture. Dans le cadre d'une procédure habituelle de DCO chez un polytraumatisé, il est recommandé de différer l'enclouage du fémur ou du tibia de six à huit jours, délai nécessaire à la régression de l'œdème et des phénomènes inflammatoires (2). L'exofixation temporaire peut aussi être une tactique imposée par un retard de consolidation, avec un retrait tardif du fixateur pour une ostéosynthèse interne associée à un apport osseux. Une méta-analyse de la littérature a montré que les probabilités d'infection après un enclouage secondaire du fémur et du tibia étaient respectivement de 3,6 % et 9 % (22). Une durée d'exofixation inférieure ou égale à 28 jours était corrélée à une diminution du taux d'infection de 83 % (22). Mais il s'agit de résultats de séries de traumatismes survenus en pratique civile, qui diffèrent des lésions rencontrées en opération extérieure. La conversion secondaire en ostéosynthèse interne est beaucoup plus controversée dans la littérature concernant les traumatismes balistiques de guerre, notamment pour les enclouages de fractures ouvertes de jambe (23). En revanche, la fixation interne semble préférable pour les fractures ouvertes d'humérus ou d'avant-bras (15).

L'exofixation peut être définitive lorsqu'elle est maintenue jusqu'à consolidation osseuse. Il s'agit en général d'une tactique choisie devant des lésions graves, qui vont imposer plusieurs interventions pour des parages itératifs, des gestes de couverture et souvent des apports osseux. Il faut alors placer judicieusement les fiches pour ne pas couper les ponts aux gestes de reconstruction, et penser à l'ostéosynthèse « à minima » pour parfaire la réduction dans le cas des fractures articulaires ou des fractures diaphysaires spiroïdes (24). Enfin, l'exofixation définitive peut aussi être un choix imposé par la survenue de complications infectieuses empêchant la conversion en ostéosynthèse interne.

Conclusion

Les traumatismes des membres de guerre sont des lésions graves qui surviennent dans un contexte de soins précaire, et imposent une stratégie thérapeutique séquentielle selon les principes du damage control. Le parage et l'exofixation temporaire sont les pierres angulaires du traitement initial, réalisé avant l'évacuation des blessés vers la France. Le traitement définitif repose ensuite sur différentes tactiques de reconstruction chirurgicales et sur une réadaptation fonctionnelle prolongée spécifique, qui doivent être effectuées dans des centres spécialisés.

Références

1. Rotondo MF, Schwab W, McGonigal MD, et al. Damage control: an approach for improved survival in exsanguinating penetrating abdominal injury. *J Trauma* 1993;35(3):375-83.
2. Pape HC, Stalp M, Griensven M, Weiberg A, Dahlweit M, Tscherne H. Optimal timing for secondary surgery in polytrauma patients: an evaluation of 4314 serious-injury cases. *Chirurg* 1999;70:1287-93.
3. Pape HC, Giannoudis P, Krettek C. The timing of fracture treatment in polytrauma patients: relevance of damage control orthopedic surgery. *Am J Surg* 2002;183:622-29.
4. Morley J, Kossygan K, Giannoudis PV. Damage control orthopaedics: a new concept in the management of the multiply injured patient. *Cur Orthop* 2002;16:362-7.
5. Gustilo RB, Mendoza RM, Williams DM. Problems in the management of type III (severe) open fractures: a new classification of type III open fractures. *J Trauma* 1984;24:453-8.
6. Masquelet A, Bégue T, Muller, G Fitoussi F. Reconstruction des os longs par membrane induite et autogreffe spongieuse. *Rev Chir Orthop* 2000;86:66-7.
7. Lin DL, Kirk KL, Murphy KP, McHale KA, Doukas WC. Evaluation of orthopaedic injuries in Operation Enduring Freedom. *J Orthop Trauma* 2004;18(5):300-5.
8. Islinger RB, Kuklo TR, McHale KA. A review of orthopedic injuries in three recent U.S. military conflicts. *Milit Med* 2000;165(6):463-5.
9. Mazurek MT, Ficke JR. The scope of wounds encountered in casualties from the Global War on terrorism : from the battlefield to the tertiary treatment facility. *J Am Acad Orthop Surg* 2006;14:S18-S23.
10. Hofmeister EP, Mazurek M, Ingari J. Injuries sustained to the upper extremity due to modern warfare and the evolution of care. *J Hand Surg* 2007;32A:1141-47.
11. Covey D-C. Combat orthopaedics: a view from the trenches. *J Am Acad Orthop Surg* 2006;14(10):S10-7.
12. Covey D. Blast and fragment injuries of the musculoskeletal system. *J Bone Joint Surg* 2002;84A:1221-33.
13. Bowyer GW. Management of small fragment wounds: experience from the Afghan border. *J Trauma* 1996;40:S170-S172.
14. Herscovici D, Sanders RW, Scaduto JM, Infante A, Di Pasquale T. Vacuum-assisted wound closure (VAC therapy) for the treatment of patients with high-energy soft tissue injuries. *J Orthop Trauma* 2003;17:683-8.
15. Murray CK, Hsu JR, Solomkin JS, et al. Prevention and management of infections associated with combat related extremity injuries. *J Trauma* 2008;64:S239-51.
16. Fox CJ, Gillespie DL, O'Donnell SD, et al. Contemporary management of wartime vascular trauma. *J Vasc Surg* 2005;41(4):638-44.
17. Peck MA, Darrin Clouse W, Cox MW, et al. The complete management of extremity vascular injury in a local population: a wartime report from the 332nd Expeditionary Medical Group / Air Force Theater Hospital, Balad Air Base, Iraq. *J Vasc Surg* 2007;4(6):1197-205.
18. Rasmussen TE, Clouse WD, Jenkins DH, Peck MA, Eliason JL, Smith DL. The use of temporary vascular shunts as a damage control adjunct in the management of wartime vascular injury. *J Trauma* 2006;61(8):8-15.
19. Griffiths D, Clapser J. Military limb injuries / ballistic fractures. *Current Orthop* 2006;20:346-53.
20. Johansen K, Daines M, Howey T, Helfet D, Hansen Jr ST. Objective criteria accurately predict amputation following lower extremity trauma. *J Trauma* 1990;30:568-73.
21. Clasper J, Lower Limb Trauma Working Group. Amputations of the lower limb: a multidisciplinary consensus. *J R Army Med Corps* 2007;153(3):172-4.
22. Bhandari M, Zlowodzki M, Tornetta P III, et al. Intramedullary nailing following external fixation in femoral and tibial shaft fractures. *J Orthop Trauma* 2005;19:140-4.
23. Lecap A, Frisch HM. Intramedullary nailing following external fixation in tibial shaft fractures sustained in Operation Enduring and Iraqi Freedom. Boston, MA: Orthopedic National Meeting, 2007.
24. Pukljak D. External fixation-minimal osteosynthesis: indications, role, and place in war surgery. *J Trauma* 1997;43:275-82.