

Damage control orthopédique : circonstances d'application et principes généraux dans le cadre des traumatismes balistiques des membres

Damage Control Orthopedics: Indications and Principles in Missile Extremity Injuries

L Mathieu [1], O Barbier [2], A Bertani [3], D Ollat [2], F Rongiéras [3], G Versier [2], S Rigal [1]

1. Service de chirurgie orthopédique, traumatologie et chirurgie réparatrice des membres - Hôpital d'Instruction des Armées Percy, Clamart.

2. Service de chirurgie orthopédique et traumatologie - Hôpital d'Instruction des Armées Bégin, Saint-Mandé.

3. Service de chirurgie orthopédique et traumatologie - Hôpital d'Instruction des Armées Desgenettes, Lyon.

Résumé

Extension du concept de *damage control* chirurgical, le *damage control* orthopédique (DCO) a été initialement développé pour limiter l'agression chirurgicale chez les polytraumatisés instables présentant des fractures de la diaphyse fémorale ou du bassin. L'objectif est d'éviter la triade létale (acidose, hypothermie, coagulopathie) par une stabilisation rapide des fractures au moyen d'un fixateur externe qui sera relayé de façon précoce par une ostéosynthèse interne. Ce principe de fixation externe temporaire a ensuite été appliqué à la prise en charge de traumatismes isolés mais sévères des membres ne pouvant être traités de façon idéale en urgence : fractures avec lésion artérielle nécessitant une réparation vasculaire, fractures épiphysaires avec souffrance cutanée (autour du genou et de la cheville essentiellement) et traumatismes étagés des membres (en particulier lorsque le fémur est impliqué). Les autres circonstances d'application du DCO sont liées au contexte sanitaire, lorsque les moyens chirurgicaux de la structure d'accueil sont limités ou qu'il existe un afflux de blessés saturant imposant un *damage control* collectif. Pour ces raisons, le DCO s'impose souvent dans la prise en charge des traumatismes balistiques des membres, et est quasiment obligatoire en pratique militaire. Le fixateur externe temporaire s'intègre alors dans une stratégie globale visant à sauver la vie en stoppant l'hémorragie, à sauver le membre en levant l'ischémie, et à préserver la fonction en évitant l'infection et le syndrome compartimental. Le choix du mode fixation définitive, interne ou externe, se fera secondairement en fonction du segment osseux considéré, de la gravité des lésions des parties molles et de la survenue d'éventuelles complications infectieuses.

Mots clés

- ◆ Damage control orthopédique
- ◆ Chirurgie de guerre
- ◆ Fixateur externe
- ◆ Projectile
- ◆ Traumatologie

Abstract

Evolution of the damage control surgery concept, Damage Control Orthopedics (DCO) was first developed to limit additional trauma in unstable polytraumatized patients with femoral shaft or pelvic fractures. The purpose was to avoid the lethal triad (acidosis, hypothermia, coagulopathy) using fast and temporary fracture stabilization by external fixation, secondarily converted to definitive internal fixation. Later, temporary external fixation was extended to the management of complicated isolated limb traumas for which the ideal treatment cannot be provided at the initial phase: fractures with arterial injury requiring vascular repair, epiphyseal fractures with skin complications (mostly at the knee and ankle level) or multifocal limb trauma (especially those involving the femur). Other indications are related to austere environments due to limited surgical means or massive casualties requiring collective damage control procedures. For these reasons DCO procedures are often required to manage missile extremity injuries, and are nearly mandatory in the military practice. Temporary external fixation is a part of a global strategy raised to save the life by hemorrhage control, to save the limb by vascular repair, and to preserve the function by prevention of infection and treatment of compartment syndrome. Definitive bone fixation, either internal or external, will be performed secondarily according to fracture location, soft-tissue injury severity and potential infectious complications.

Keywords

- ◆ Damage control orthopedic
- ◆ External fixation
- ◆ Missile
- ◆ Trauma
- ◆ War surgery

Correspondance

Laurent Mathieu

Service de chirurgie orthopédique - Hôpital d'Instruction des Armées Percy - 101, av Henri Barbusse 92140 Clamart.

E-mail : laurent_tom2@yahoo.fr

Le *damage control* chirurgical est une tactique de traitement des urgences traumatiques en trois temps, initialement développée pour la prise en charge des patients présentant une hémorragie abdominale sévère dans le but d'éviter la survenue de la triade létale : acidose, hypothermie, coagulopathie (1). Ce concept hérité de la Navy est basé sur des gestes initiaux simples, rapides mais incomplets, qui visent à sauver la vie du blessé en choc hémorragique en limitant l'agression chirurgicale pour éviter l'épuisement physiologique et limiter l'immunodépression (1,2). Par analogie avec les procédures maritimes, les deux priorités à la phase initiale sont de stopper les voies d'eaux, c'est-à-dire de faire l'hémostase, et d'éteindre le feu de l'infection. La réparation définitive des lésions n'est réalisée que secondairement, une fois l'état général du blessé stabilisé par la réanimation (après retour du navire au port). Dans les vingt dernières années, les procédures de *damage control* chirurgical ont également été appliquées à la prise en charge des traumatismes du thorax, des vaisseaux et des membres.

Indications du Damage control orthopédique

Le *damage control* orthopédique (DCO) a initialement été développé en tant que traitement séquentiel des polytraumatisés, comme alternative au traitement « tout en un temps » ou *Early Total Care* (ETC) qui était la règle jusqu'à la fin des années 90 (3). Ce concept a ensuite été étendu et peut s'appliquer dans trois situations bien décrites par Rigal et al. (4) :

Situation 1 : Le polytraumatisé instable

C'est l'indication *princeps* du DCO. Elle concerne les polytraumatisés instables présentant une fracture de la diaphyse fémorale. Le principe est de renoncer à une ostéosynthèse idéale par enclouage centro-médullaire pour une stabilisation temporaire par fixateur externe permettant de limiter le saignement et la durée opératoire (5). De la même façon, l'exofixation provisoire est utilisée pour assurer l'hémostase dans les fractures du bassin en association à l'embolisation ou au packing pré-péritonéal si besoin. Dans les deux cas, l'objectif est de stopper l'hémorragie tout en limitant l'agression chirurgicale chez des patients hémodynamiquement instables risquant l'épuisement physiologique et la triade létale.

Situation 2 : Les traumatismes sévères des membres

Le concept de DCO a ensuite été étendu à la prise en charge des traumatismes isolés mais sévères ne pouvant être traités de façon idéale en urgence. Il s'agit tout d'abord des fractures associées à une lésion vasculaire nécessitant un geste de revascularisation qui ne peut attendre la réalisation d'une ostéosynthèse interne mais nécessite une stabilisation osseuse préalable. Il s'agit aussi des fractures avec ouverture ou souffrance cutanée pour lesquelles une fixation interne serait souhaitable mais trop risquée à la phase initiale, comme par exemple les fractures des épiphyses proximales et distales du tibia. Enfin les traumatismes étagés et complexes des membres sont de bonnes indications à un DCO, en particulier au membre inférieur lorsque le fémur est impliqué.

Situation 3 : Les contextes sanitaires précaires ou temps de crise

La dernière circonstance d'application des procédures de DCO est celle d'un contexte de soin dégradé ou d'une situation de crise. Un contexte sanitaire précaire est défini par une limitation en moyens techniques ou humains disponible. C'est notamment le contexte de guerre où le chirurgien orthopédiste peut être amené à opérer dans des conditions d'asepsie inadéquates à la fixation interne, ou avec des moyens d'ostéosynthèse limités au fixateur externe et aux broches, parfois même sans amplificateur de brillance. Mais il peut aussi s'agir d'un défaut d'expertise chirurgicale devant une lésion nécessitant une prise en charge spécialisée (traumatisme complexe de la main ou du bassin par exemple). Une situation de crise correspond typiquement à celle d'un afflux saturant de blessés, dans laquelle les capacités de la structure chirurgicale d'accueil sont dépassées par le nombre de patients à traiter. Il faut alors prioriser les soins pour en faire bénéficier au plus grand nombre, en recourant au triage chirurgical et à des procédures écourtées de « *damage control* collectif ».

Dans ces trois situations, l'exofixation provisoire constitue la première étape d'une tactique en 3 temps. La fixation osseuse définitive correspond à la 3^{ème} étape qui sera réalisée après la stabilisation de l'état général du patient (situation 1), la stabilisation de l'état local du membre (situation 2) ou l'évacuation vers une structure de soin adaptée (situation 3). Cette ostéosynthèse se fait classiquement entre le 6^{ème} jour et le 15^{ème} jour suivants le traumatisme : après régression de la phase inflammatoire et avant la survenue de complications infectieuses au niveau des fiches du fixateur ou du foyer de fracture (dans le cas d'une lésion ouverte) (6).

Principes du DCO de guerre

Particularités du contexte de guerre

Les lésions balistiques de guerre

Le blessé de guerre est classiquement victime d'un ou plusieurs projectiles de guerre qui peuvent être des balles à hautes vitesses ou des éclats de munitions diverses, dont la balistique lésionnelle a déjà été rappelée dans une autre présentation. Au niveau des membres, les lésions occasionnées sont fonction des effets de déstabilisation et/ou de fragmentation du projectile à l'intérieur de la cible, de la tolérance des tissus mous à la cavitation temporaire (bonne pour les muscles, mauvaise pour les vaisseaux et les nerfs) et de la rencontre avec l'os. Il peut s'agir d'une simple plaie en séton lorsque la balle traverse un membre sans rencontrer l'os, ou de dégâts ostéo-articulaires majeurs quand l'os déstabilise la balle et produit des projectiles secondaires (fragments osseux) augmentant la taille de la chambre d'attrition. Dans les conflits actuels, il s'agit souvent de victimes d'explosion qui présentent des lésions de blast multiples faisant d'eux des polytraumatisés (7).

La chaîne du soutien sanitaire en opérations extérieures

Les premiers gestes salvateurs sont effectués par les camarades du combattant, qui assurent le contrôle de l'hémorragie par la pose d'un pansement compressif ou d'un garrot, et l'analgésie par un dispositif injectable de Chlorhydrate de Morphine. Les blessés sont ensuite pris en charge de façon séquentielle à chacun des quatre niveaux de la chaîne du soutien sanitaire en opération extérieure (Fig 1) : relevage sur le terrain par le médecin d'unité qui complète au besoin le contrôle de l'hémorragie, débute le remplissage vasculaire et immobilise les fractures (niveau 1) ; traitement chirurgical initial basé sur les procédures de *damage control* dans les antennes chirurgicales de l'avant (niveau 2) ; reprise chirurgicale éventuelle et mise en condition d'évacuation vers la métropole dans les hôpitaux militaires de campagne situés à proximité des aéroports (niveau 3) ; puis traitement définitif des lésions dans les hôpitaux d'infrastructure qui assure la reconstruction des membres et la réhabilitation fonctionnelle des blessés (niveau 4).

Stratégie chirurgicale

Tout au long de la chaîne d'évacuation, la stratégie chirurgicale peut se résumer à la formule « sauver la vie, sauver le membre (si possible) et préserver la fonction ». La première priorité est bien sûr de sauver la vie du blessé par un contrôle rapide et efficace de l'hémorragie, qu'elle soit extériorisée ou non. La seconde priorité est de sauver le membre en levant une ischémie liée à une lésion artérielle. Lorsque la gravité des lésions interdit un traitement conservateur, il faut alors se résoudre à réaliser une amputation d'urgence selon les principes du DCO. Enfin, la troisième priorité est celle de la préservation de la fonction, en évitant l'infection et le syndrome compartimental, que le traitement soit conservateur ou non conservateur (Fig 2).

DCO conservateur

Sauver la vie

L'arrêt des hémorragies des membres peut être obtenue : par la fermeture d'un bassin au moyen d'un fixateur externe, parfois associée à un *packing* pelvien en l'absence de possibilité d'embolisation ; par le contrôle d'amont et d'aval d'un axe vasculaire lésé avant sa ligature ou sa réparation ; par une amputation de nécessité devant un fracas hémorragique avec ischémie et/ou lésions nerveuses ; par l'utilisation d'un hémostatique local sur des plaies des parties molles multiples (7).

Sauver le membre

Dans les traumatismes balistiques de guerre, les réparations artérielles concernent surtout l'artère fémorale superficielle, l'artère poplitée et l'artère brachiale, dont l'atteinte met en jeu le pronostic du membre. Selon le niveau de prise en charge, le contexte et la durée d'ischémie, la revascularisation peut être effectuée par un shunt temporaire dans le cadre d'un *damage control* vasculaire ou par une réparation artérielle définitive. Celle-ci peut se faire par une résection-anastomose, mais un pontage s'impose le plus souvent. La greffe veineuse autologue est la technique de référence dans le cadre de lésions pluritissulaires, mais elle nécessite des compétences en chirurgie vasculaire et surtout du temps qui manque fréquemment en contexte de crise. Le shunt temporaire est alors particulièrement intéressant pour différer la réparation définitive de quelques heures lorsque les conditions ne s'y prêtent pas : afflux de blessés, polytraumatisés instable, traumatisme complexe du membre nécessitant une fixation osseuse préalable. En revanche, en pratique de guerre, il est recommandé d'effectuer la réparation vasculaire définitive avant l'évacuation aérienne du blessé vers la métropole (7,8).

Préserver la fonction

La préservation de la fonction d'un membre traumatisé par un agent vulnérant de guerre requière 3 conditions : éviter l'infection ; limiter l'agression tissulaire ; et traiter ou prévenir un syndrome compartimental.

Éviter l'infection

Il s'agit de décontaminer et de drainer largement les plaies en y associant un antibioprophyxie.

La décontamination repose en premier lieu sur le *parage chirurgical*, qui réalise le retrait des corps étrangers et l'excision des tissus dévitalisés ou fortement contaminés. Idéalement effectué dans les six heures suivant le traumatisme, le parage peut se décomposer en deux phases : un débridement de la plaie pour mener l'exploration, décompresser les loges musculaires et faciliter le drainage ; et une excision des tissus contus ou dévitalisés pour diminuer la contamination. Dans le cadre d'une plaie balistique, un parage marginal (préservant les tissus traumatisés potentiellement viables) semble préférable à un parage complet ou radical. Il impose des reprises itératives mais permet une économie tissulaire facilitant la réparation secondaire. Les projectiles doivent être extraits sans être délétère. Les indications formelles concernent les projectiles situés en intra-articulaire, ceux comprimant un nerf ou une racine nerveuse, et ceux situés à proximité des vaisseaux lorsqu'il existe un risque d'ischémie ou d'embolisation. Dans les polycrèvements, seuls les principaux éclats sont retirés. En l'absence de complication infectieuse, les éclats des parties molles inférieures à 2 cm peuvent être laissés en place, s'ils sont situés à distance des vaisseaux et non issus de mines. Il s'agit typiquement des polycrèvements superficiels, qui peuvent être traités de façon non opératoire par des pansements et une antibiothérapie (7,9).

La nécessité d'une *irrigation abondante* de la plaie après le parage est reconnue, mais ses modalités pratiques restent mal codifiées. Il semble préférable d'utiliser des solutions normosodées ou d'eau stérile chauffées, en adaptant la quantité de liquide de lavage à la complexité lésionnelle et au type de projectile : 3 litres pour des lésions des parties molles superficielles d'origine balistique à faible énergie, 6 litres pour des lésions à haute énergie et/ou touchant l'os, jusqu'à 9 litres pour des lésions à haute contamination tellurique issues d'engins explosifs. L'irrigation à basse pression est recommandée pour ne pas aggraver les lésions tissulaires ou disséminer les germes en profondeur (7,10).

La *non-fermeture cutanée* des plaies est une des règles d'or de la chirurgie de guerre. Elle permet de limiter le risque de complication infectieuse en assurant un drainage large. La fermeture est effectuée secondairement, généralement autour du 5^{ème} jour, après s'être assuré de l'absence d'infection et/ou avoir effectué des parages itératifs (10). Les plaies sont initialement pansées « à plat » aux moyens de pansements secs absorbants, qui sont toujours réalisables mais nécessitent d'être changés quasi-quotidiennement en cas de plaie étendue exsudative et exposent au risque de contamination

environnementale en cas de fracture ouverte sous-jacente. En revanche, il peut être nécessaire de couvrir en urgence une articulation ou des structures nobles exposées. La levée d'un lambeau étant souvent délicate dans ce contexte, les pansements à pression négative sont particulièrement utiles au traitement initial des lésions balistiques multi-tissulaires. Ils assurent en effet un drainage efficace et continu des plaies, les isolent du milieu extérieur et permettent de différer la couverture définitive par lambeau de 48 à 72 heures (7,9).

Une *antibioprophylaxie précoce* doit être systématiquement associée. Des antibiotiques intra-veineux sont débutés dès le relevage du blessé par le médecin de l'avant, et prescrits pour une courte durée en encadrant idéalement la fermeture secondaire (10). Dans l'armée française, l'association pénicilline - acide clavulanique est utilisée en première intention, en association avec de la gentamycine en cas de fracture ouverte Gustilo 3 ou de lésion digestive associée, pour une durée maximum de 5 jours. La survenue d'une infection précoce étant fréquente, une antibiothérapie ciblée est ensuite fréquemment nécessaire en se basant sur les prélèvements réalisés lors des parages itératifs. Enfin, la vaccination antitétanique doit être vérifiée et complétée au besoin dès l'admission du blessé dans la structure de soins (7).

Limiter l'agression tissulaire

Cela passe par la stabilisation des fractures qui doit être effectuée de façon simple et rapide avec un minimum de complications. Elle doit permettre un maintien efficace de la réduction durant la phase d'évacuation afin de lutter contre la douleur et le développement de l'infection. Seul le fixateur externe remplit ce cahier des charges, que ce soit pour les fractures ouvertes ou les fractures fermées des os longs. En contexte de guerre, l'exofixation est ainsi recommandée pour les traumatismes ostéo-articulaires ouverts, les fractures diaphysaires fermées du fémur ou du tibia, ainsi que pour les fractures instables du bassin. Les fractures péri-articulaires fermées du membre inférieur sont également mieux stabilisées par un fixateur externe pontant l'articulation (11).

Les exceptions sont les traumatismes ouverts de la main et de l'avant-pied où une fixation par broches est souvent suffisante ; ainsi que les traumatismes ouverts de l'épaule pour lesquels une immobilisation temporaire par attelle coude-au-corps est parfois préférable. De même, la plupart des fractures fermées du membre supérieur ou les fractures malléolaires à faible déplacement peuvent être immobilisées par des attelles plâtrées, en l'absence de risque de syndrome compartimental.

Le fixateur externe doit être posé selon les principes du DCO de guerre : il s'agit d'un fixateur temporaire destiné à restaurer sommairement les axes et la longueur, à la manière d'une « traction portative », pour permettre l'évacuation du blessé et la surveillance du membre. Il faut avoir recours à des montages diaphysaires ou des pontages articulaires simples, avec un minimum de fiches (2 x 2) placées à distance du foyer de fracture pour ne pas compromettre une éventuelle conversion secondaire en ostéosynthèse interne. Le choix du mode fixation définitive, interne ou externe, se fera secondairement en fonction du segment osseux considéré, de la gravité des lésions des parties molles et de la survenue d'éventuelles complications infectieuses (Fig 3 et 4) (11). Il faut noter que lorsqu'une conversion précoce en fixation interne est envisagée, celle-ci devra se faire dans un délai de 15 jours en l'absence de signe d'infection au niveau du foyer de fracture ou des fiches du fixateur. A l'inverse, lorsque l'exofixation définitive semble préférable, notamment pour les fractures ouvertes de jambe Gustilo 3, le fixateur externe de DCO devra être modifié en un montage rigide capable de maintenir la réduction et d'obtenir la consolidation. Dans les deux cas, la modification du mode de fixation sera généralement effectuée de façon concomitante au geste de couverture, idéalement réalisé dans les 7 jours suivant le traumatisme (11).

Traiter ou prévenir un syndrome compartimental

Les syndromes compartimentaux sont fréquents en traumatologie de guerre, et d'étiologie variées : fractures ouvertes ou fermées, lésions de *crush*, traumatismes vasculaires, ou polycrabiages des parties molles avec des lésions musculaires multiples sous un fascia perforé de façon punctiforme. Les localisations préférentielles sont la jambe et l'avant-bras, mais n'importe quelle loge musculaire peut être le siège d'une hyperpression. Le diagnostic repose uniquement sur la clinique (loge musculaire tendue et douloureuse) et la prise des pressions intra-musculaires n'est pas recommandée dans ce contexte. En raison de la discontinuité des soins et de durées de vol lors des évacuations aériennes prolongées, toute suspicion clinique de syndrome compartimental impose la réalisation de dermo-fasciotomies étendues. Des dermo-fasciotomies préventives doivent même être discutées dans certaines situations, notamment chez le blessé inconscient ou après réparation vasculaire (7).

DCO non conservateur

Geste radical et irréversible, l'amputation primaire fait partie intégrante du DCO pour sauver la vie du blessé (amputation de sauvetage) ou préserver la fonction résiduelle du membre (amputation de nécessité).

Indications de l'amputation en DCO

Une amputation de sauvetage s'impose devant un fracas ouvert hémorragique chez un patient en choc non contrôlé. C'est une procédure typique de *damage control* chirurgical visant à assurer l'hémostase de façon rapide pour éviter la triade léthale. On renonce alors au sauvetage du membre pour sauver la vie du blessé. En fonction de l'état hémodynamique, la décision d'amputer peut être prise d'emblée ou en cours d'intervention si l'hémorragie ne peut être rapidement contrôlée de façon conservatrice (7,9).

Les amputations de nécessité concernent les fracas ouverts graves avec pertes de substance pluri-tissulaires, ischémie et lésions nerveuses, pour lesquels le traitement conservateur n'est pas envisageable. Le geste se résume le plus souvent à la régularisation une amputation traumatique partielle, qui doit être réalisée avant la survenue de complications liées au garrot tactique posé en pré-hospitalier (parfois bien en amont de la lésion). En temps de crise, et notamment dans le cadre d'un attentat, une amputation de nécessité peut être aussi être décidée devant un fracas ouvert « conservable » lorsqu'il existe une situation d'afflux massif de blessés saturant les capacités d'accueil de la structure de soins. Il s'agit alors de renoncer au traitement idéal pour préserver les ressources chirurgicales au profit du plus grand nombre de patients en réalisant un *damage control* collectif (12).

La dernière indication potentielle pourrait être celle d'un traumatisme pluritissulaire accessible à une reconstruction complexe mais avec un résultat fonctionnel attendu médiocre ou mauvais. Cependant, en dehors d'un afflux massif saturant, nous réalisons alors un DCO conservateur et révisons éventuellement l'indication de conservation après plusieurs jours. La survenue d'une infection précoce, l'existence de lésions associées graves, et la motivation du patient à entreprendre une reconstruction longue pour un résultat incertain sont des facteurs qui pourront faire opter pour une amputation secondaire précoce dite « de raison » (12,13).

Règles de l'amputation en DCO

Dans le cadre d'un DCO, l'amputation doit être vue comme un geste d'hémostase et de parage. Le niveau d'amputation est temporaire : il doit être limité 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 doit être laissé ouvert. L'amputation au niveau définitif et la fermeture seront effectuées secondairement, une fois le blessé et/ou l'état local stabilisé (12).

Quelles différences en pratique civile ?

Qu'elle touche un militaire déployé en mission extérieure ou un civil victime d'attentat, une balle de guerre à haute vitesse occasionne des lésions identiques. Seul le contexte de prise en charge change. Les principes de chirurgie de guerre sont donc en grande partie transposables à la prise en charge des victimes d'attentats, mais les choix tactiques peuvent être différents du fait d'un environnement sanitaire de meilleure qualité.

Un contexte de soin différent

La principale différence est qu'il n'y a *pas de nécessité d'évacuation aérienne* prolongée des blessés en pratique civile. Si des transferts secondaires d'un hôpital à un autre sont possibles, les patients sont traités dans une même structure.

De plus, contrairement aux formations chirurgicales de l'avant, les structures hospitalières civiles n'ont *pas ou peu de limitation en moyens chirurgicaux*, qu'ils soient techniques ou humains. Elles disposent fréquemment d'un plateau technique complet et de l'ensemble des compétences chirurgicales nécessaires aux gestes salvateurs.

Pour les mêmes raisons, *les afflux de blessés sont moins rapidement saturants* qu'en pratique de guerre. Les attentats de novembre 2015 ont montré qu'un très grand nombre de blessés ont pu être accueillis simultanément dans différents centres hospitaliers parisiens (14). Il n'y a donc pas eu de situation d'afflux massif saturant les capacités hospitalières. Il n'y a donc pas eu besoin de réaliser de triage chirurgical, ni de damage control collectif comme cela peut se rencontrer sur les théâtres d'opérations.

Enfin, l'absence de nécessité d'évacuation et le contexte de soin facilitent la *surveillance post-opératoire des blessés et les reprises chirurgicales précoces* en pratique civile. L'accès au bloc opératoire est en effet moins limité du fait de plus grandes capacités d'accueil et de la succession des équipes chirurgicales.

Des choix tactiques différents

Les lésions étant semblables, la rigueur du parage doit être la même pour éviter la survenue d'une infection précoce après un traumatisme balistique des membres. En revanche, *l'absence de nécessité d'évacuation limite fortement le recours à l'exofixation temporaire* des os longs : l'immobilisation par attelle plâtrée est souvent suffisante au membre supérieur, et la pose de traction continue d'attente préférable pour les fractures du fémur qui relèveront d'une fixation interne dans les jours suivants.

De plus, l'absence de limitation en moyens techniques fait que *la fixation interne primaire des fractures est envisageable* à condition d'un parage radical et d'une couverture cutanée de qualité, en particulier au membre supérieur et au fémur. Seng et al. (15) ont ainsi publié une série de 15 fractures balistiques traitées par fixation interne en un temps dans 10 cas, et de façon orthopédique dans les 5 autres cas. Ils concluent que l'ostéosynthèse interne n'est pas cause de sur-morbidité à condition de la réalisation préalable d'un parage rigoureux. Ainsi, comme l'a déjà souligné Alain-Charles Masquelet, le recours au DCO ne doit pas être systématique lors de la prise en charge de traumatismes balistiques en pratique civile (15,16). Il s'agit là d'une différence fondamentale avec la chirurgie de guerre.

Pour finir, *les meilleures conditions de la surveillance post-opératoire* facilitent la détection des syndromes compartimentaux et limitent l'utilisation des dermo-fasciectomies. Le recours à la mesure des pressions intra-musculaires doit bien sûr être encouragé en pratique civile et, en dehors d'une situation d'afflux saturant, il ne semble pas y avoir de place pour la réalisation d'un traitement préventif du syndrome compartimental.

Conclusion

Le DCO est basé sur le tryptique de l'hémostase, du parage et de l'exofixation temporaire. Il est d'application systématique en pratique de guerre, mais pas en pratique civile où l'exofixation est moins utilisée. Dans les deux situations, c'est la qualité du débridement et du parage initial qui va conditionner l'évolution et le résultat fonctionnel en évitant la survenue d'une infection.

Références

1. Rotondo MF, Schwab W, McGonigal MD, Philips 3rd GR, Fruchterman TM, Kauder DR, et al. Damage control: an approach for improved survival in exsanguinating penetrating abdominal injury. J Trauma 1993;35: 375-83.
2. Kelly TJ. Damage control: a manual for naval personnel. New York: Van Nostrand Company Ed; 1944:248 p.

3. Roberts CS, Pape HC, Jones AL, Malkani AL, Rodriguez JL, Giannoudis PV. Damage control orthopaedics: evolving concepts in the treatment of patients who have sustained orthopaedic trauma. J Bone Joint Surg 2005;87A:434-49.
4. Rigal, R Barthélemy, L Mathieu, O Barbier. Indications du concept de Damage Control en orthopédie. E-Mem Acad Natle Chir. 2013;12(2):45-9.
5. Scalea TM, Boswell SA, Scott JD, et al. External fixation as a bridge to intramedullary nailing for patients with multiple injuries and with femur fractures: Damage control orthopedics. J. Trauma 2000;48:613-21.
6. Bhandari M, Zlowodzki M, Tornetta III P, Schmidt A, Templeman DC. Intramedullary nailing following external fixation in femoral and tibial shaft fractures. J Orthop Trauma 2005;19:140-4.
7. Mathieu L, Bertani A, Gonzalez JF, Rongieras F, Chauvin F. Traitement chirurgical initial des traumatismes des membres de guerre. In Mérat S eds. Le blessé de guerre. Paris: Arnette - Editions John Libbey Eurotext; 2014:297-306.
8. Hornez E, Boddaert G, Ngabou UD, Aguir S, Baudoin Y, Mocellin N, Bonnet S. Temporary vascular shunt for damage control of extremity vascular injury: a toolbox for trauma surgeons. J Visc Surg 2015;152:363-8.
9. Mathieu L, Bertani A, Gaillard C, Chaudier P, Ollat D, Bauer B, Rigal S. Combat-related upper extremity injuries: surgical management specificities on the theatres of operations. Chir Main 2014;33:174-82.
10. Eardley WGP, Brown KV, Bonner TJ, Green AD, Clasper JC. Infection in conflict wounded. Phil. Trans. R. Soc. B 2011;366:204-18.
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. Rigal S. Extremity amputation: how to face challenging problems in a precarious environment. Int Orthop 2012;36:1989-93.
13. Bertani A, Mathieu L, Rongieras F, Chauvin F. Prise en charge chirurgicale secondaire des traumatismes des membres de guerre. In Mérat S eds. Le blessé de guerre. Paris: Arnette - Editions John Libbey Eurotext; 2014:543-52.
14. Hirsch M, Carli P, Nizard R, et al. The medical response to multisite terrorist attacks in Paris. Lancet 2015;386(10012):2535-8.
15. Seng VS, Masquelet AC. Prise en charge des fractures balistiques en pratique civile. Rev Chir Orthop 2013;99:776-81.
16. Masquelet AC, Pascal-Moussellard H, Rigal S, Versier G et la Société Française de Chirurgie Orthopédique et Traumatologique. Prise en charge chirurgicale des lésions de l'appareil locomoteur chez les victimes du terrorisme urbain, à Paris, le 13 novembre 2015. E-Mem Acad Natle Chir 2017;16(1):52-6.



Figure 1. Chaîne d'évacuation du Service de Santé des Armées (source SSA).

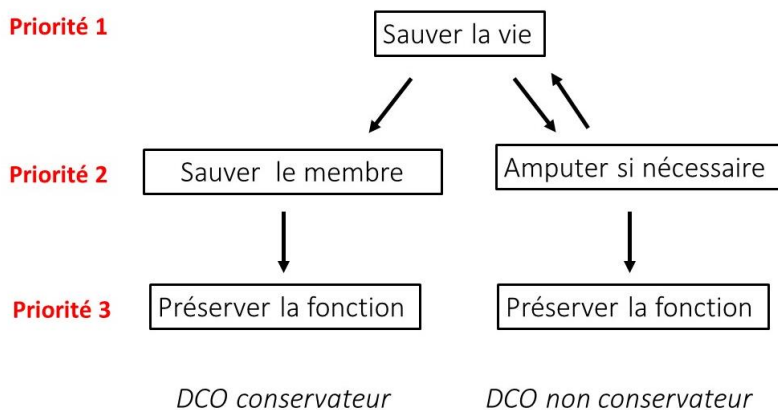


Figure 2. Stratégie chirurgicale dans les traumatismes des membres de guerre.

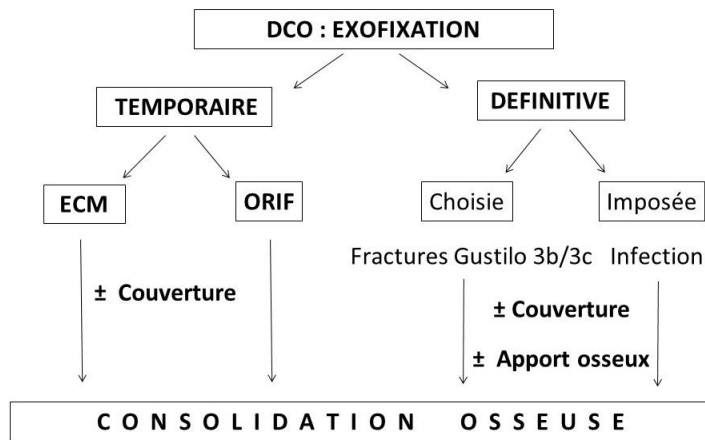


Figure 3. Choix du mode de fixation définitive après une procédure de DCO.

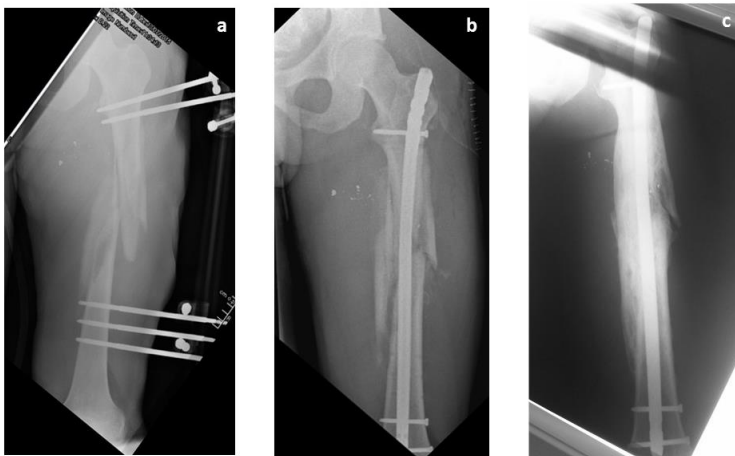


Figure 4. Traumatisme du fémur par balle à haute vitesse : exofixation dans une formation chirurgicale de l'avant (a), enclouage centro-médullaire à J+6 après rapatriement sanitaire (b), consolidation acquise sans greffe osseuse complémentaire (c).