

Polytraumatisme et rupture de l'isthme aortique en Afghanistan. Intérêt de la tactique du « Damage Control » en chirurgie de guerre

Blunt aortic injury in Afghanistan. Validity of the damage control concept in war surgery

F Pons*, X de Kerangal, F de Soultrait, N Teisseres, P Lepage, G Galliou, C Teriiteahu, JM Martin, F Laborde.

*Professeur titulaire de la chaire de chirurgie appliquée aux armées, école du Val-de-Grâce, Paris.
Hôpital d'instruction des armées Percy, Clamart.

Mots clés

- ◆ Chirurgie de guerre
- ◆ *damage control*
- ◆ traumatisme de l'aorte
- ◆ endoprothèse

Résumé

Un soldat français en Afghanistan victime de l'explosion d'un engin explosif improvisé (Improvised Explosive Device, IED), présentait une rupture sous adventicielle de l'isthme aortique associée à de multiples lésions (face, cou, abdomen et membres inférieurs). Une prise en charge échelonnée (releve sur le terrain, premiers gestes chirurgicaux dans un hôpital de campagne) a permis de l'évacuer vers un hôpital d'infrastructure en France où il a pu bénéficier de la mise en place d'une endoprothèse aortique et du traitement complémentaire des différentes lésions. L'analyse de cette observation d'une lésion exceptionnellement rencontrée en chirurgie de guerre confirme, à la lumière de l'expérience américaine en Irak et en Afghanistan, que la prise en charge des blessés les plus graves bénéficie de la tactique du « damage control » (releve rapide, premiers gestes chirurgicaux rapides et bien protocolisés, réanimation tout au long de la chaîne d'évacuation pour amener le blessé dans les meilleures conditions pour bénéficier des gestes définitifs). Ce concept du « damage control » nécessite pour pouvoir être appliqué en chirurgie de guerre des moyens très importants tant sur le plan logistique (possibilités et conditions d'évacuation) que médical (scanner, produits sanguins...). Il impose également une formation à ce concept de tous les acteurs de la chaîne d'évacuation (et en particulier les chirurgiens qui doivent connaître les impératifs et les règles de ce premier temps chirurgical).

Keywords

- ◆ War surgery
- ◆ damage control
- ◆ blunt aortic trauma
- ◆ endograft

Abstract

In Afghanistan a French soldier was injured by an Improvised Explosive Device (IED). He presented with a blunt aortic arch trauma and injuries of face, neck, abdomen and lower extremities. Thanks to a staged management (triage in the field, emergency surgery in a US Combat Support Hospital) he could be evacuated to France. In a military tertiary referral center the aortic injury was treated with an endovascular graft. This is an exceptional injury in war conditions. It illustrates the efficiency of the damage control (DC) concept on battlefield as nowadays well demonstrated by the US military in Irak and Afghanistan. On the battlefield immediate life support, emergency and protocolized damage control surgery and resuscitation all though the evacuation chain ensure the best conditions for the definitive treatment. DC in war surgery requires significant logistics (in particular medical transport) as well as medical equipment and supplies (CT scan, blood, etc.) The training of each member of the evacuation chain is mandatory and specifically the surgeons who must be familiar with the requirements and rules of the first surgical phase.

Les ruptures de l'isthme aortique sont des lésions rares en pratique civile, dont la prise en charge a considérablement évolué ces dix dernières années tant au plan diagnostique que thérapeutique. La survenue d'une telle lésion est exceptionnelle dans un contexte de chirurgie de guerre et nous rapportons l'observation d'un blessé porteur d'une telle lésion dans

un contexte de polytraumatisme grave par explosion, pris en charge dans un contexte multinational. Cette prise en charge échelonnée depuis l'Afghanistan jusqu'à un hôpital d'instruction des armées en France s'est faite en appliquant strictement les principes du « Damage Control » dont l'application en chirurgie de guerre a été démontrée par le service de san-

Correspondance :

F Pons, service de chirurgie thoracique et viscérale, hôpital d'instruction des armées Percy, 101 avenue Henri Barbusse, 92140 Clamart.

Email : fpons@neuf.fr



Figure 1. Scanner à l'admission : lésion de l'isthme aortique.

té des troupes américaines en Irak et en Afghanistan et constitue une avancée considérable pour le sauvetage des blessés de guerre les plus graves.

Observation

En février 2009, un véhicule blindé de l'armée française saute sur un engin explosif improvisé (Improvised Explosive Device, IED) provoquant la destruction du véhicule et la mort de deux passagers. Le brigadier-chef, conducteur du véhicule, est éjecté et retrouvé à proximité du véhicule, conscient, avec des lésions faciales évidentes, un fracas des deux membres inférieurs et la suspicion de lésions abdomino-thoraciques. La prise en charge immédiate sur le terrain par le médecin et les infirmiers de son unité a permis l'évacuation par hélicoptère vers l'hôpital militaire américain de Bagram. Le délai entre l'accident et l'arrivée à cet hôpital est de deux heures environ en raison de conditions d'insécurité liées aux combats retardant difficilement l'atterrissage de l'hélicoptère.

À l'arrivée à l'hôpital, le blessé est réanimé, intubé et bénéficie de radiographies et d'un scanner immédiat qui permettent un bilan lésionnel complet : pas de lésions intracrâniennes, fractures de la face (Lefort III), entorse grave du rachis cervical, fracture de l'os hyoïde et du cartilage thyroïde, épanchement intrapéritonéal et hématome sous-hépatique, disjonction sacro-iliaque et pubienne, fracture de l'apophyse transverse de L5, fracture ouverte de la cheville droite et de la jambe gauche. Le scanner montre également un hémithorax gauche et un aspect typique de rupture sous-adventicielle de l'isthme aortique (fig. 1).

Les gestes initiaux mis en œuvre dans un temps très court appliquent les principes du « damage control » : *packing* de la cavité buccale, collier cervical, mise en place de deux drains thoraciques droit et gauche, laparotomie (évacuation d'un hémopéritoine, hémostase de lésions sous-hépatiques, agrafage simple d'une perforation du colon sigmoïde sans remise en continuité ni stomie). L'abdomen est laissé ouvert en utilisant un système de pansement à pression négative. Les mesures de réanimation débutées à l'arrivée et poursuivies après l'intervention ont permis la récupération d'un arrêt cardio-circulatoire et ont nécessité la transfusion de 10 unités de concentrés de globules rouges, 10 unités de plasma frais congelé et 5 concentrés plaquettaire.



Figure 2. Patient à l'admission : abdomen ouvert et fixateurs externes.

Une évacuation sanitaire vers la France a été décidée et mise en œuvre par Falcon 50 médicalisé permettant le transport de ce blessé intubé, ventilé avec un strict contrôle de la tension artérielle. Le blessé a été admis dans notre hôpital 36 heures après le traumatisme initial (fig. 2). Le nouveau bilan à l'admission montre un patient normotherme, stable sur le plan hémodynamique, avec des constantes biologiques subnormales (pH : 7,38 ; Hb : 10,2). Un nouveau scanner montre la stabilité de la lésion aortique et aucune modification des autres lésions. Le statut neurologique exact du patient n'est pas connu et une stabilisation rapide du rachis cervical est jugée nécessaire. Compte tenu du bon état du patient, il est décidé de réaliser ce geste rachidien immédiatement mais après avoir traité la lésion de l'isthme aortique, car l'installation en décubitus ventral pourrait induire un risque de rupture secondaire.

Une endoprothèse aortique (TAG Thoracic Endoprosthesis, WL Gore & Associates®) est mise en place par voie fémorale et permet de couvrir la rupture de l'isthme aortique en débordant en partie sur l'origine de la sous-clavière gauche, mais sans interrompre son flux. Pendant ce geste, des chirurgiens cardiothoraciques sont présents et une assistance circulatoire est prête à être utilisée en cas de nécessité d'un abord thoracique direct.

À la suite de la mise en place de l'endoprothèse, l'état du patient est jugé satisfaisant avec en particulier une température normale et l'absence de perturbations biologiques. Il est donc décidé de réaliser les autres gestes chirurgicaux qui seront : une stabilisation du rachis cervical par un abord postérieur en décubitus ventral (fait en premier compte tenu du risque de lésion neurologique), une trachéotomie, une réduction et une contention des lésions faciales, une vérification des fixateurs des membres inférieurs, les pansement des fasciotomies et une reprise de la laparotomie (faite en dernier compte tenu du risque septique possible lors de la confection d'une éventuelle colostomie). Au cours de ce temps abdominal, la vérification de l'abdomen montre l'absence d'hémorragie, l'absence de foyer septique intrapéritonéal et retrouve les deux extrémités agrafées du colon sigmoïde. Compte tenu de ces conditions intra-abdominales favorables, il est décidé de réaliser le rétablissement de la continuité digestive par une anastomose colo-colique termino-terminale. La fermeture de l'abdomen ne pouvant se faire qu'en tension, l'abdomen est laissé ouvert avec un système à pression négative type VAC®.

Dans les suites, le patient sera maintenu en unité de soins intensifs pendant 35 jours et bénéficiera de gestes chirurgicaux itératifs : vérification de l'abdomen à J4 et évacuation d'une collection purulente inguinale, fermeture de l'abdomen à J6, fasciotomie des loges de jambe à J4 en raison de l'appa-



Figure 3. Scanner de contrôle : endoprothèse en place.

rition d'un syndrome de loges probablement favorisé par le remplissage, reprise des réductions des deux jambes avec modification des montages des fixateurs externes.

L'évolution sera favorable : pas de déficit neurologique constaté au réveil, sevrage de la trachéotomie une fois obtenue la consolidation de la fracture mandibulaire. Le patient a pu quitter l'hôpital 3 mois après la blessure initiale et présente comme séquelles des lésions de la cheville droite qui nécessiteront probablement une arthrodèse ultérieure et une éventration de la paroi abdominale. Le contrôle pratiqué à un mois montre la bonne position de la prothèse aortique (fig. 3).

Discussion

Les ruptures traumatiques de l'aorte sont des lésions rares qui en pratique civile sont observées avec une fréquence de 0,3 % de l'ensemble des traumatismes (1). Leur survenue dans un contexte de chirurgie de guerre est exceptionnelle. Nous n'avons pas trouvé d'autre observation rapportée dans la littérature. La rareté de cette lésion dans un contexte de guerre s'explique par la prédominance des traumatismes pénétrants, par le caractère immédiatement léthal de certaines lésions et par la méconnaissance possible de cette lésion compte tenu d'un plateau technique diagnostique réduit.

Le mécanisme habituel est une décélération brutale lors d'un accident de la voie publique ou la chute d'un lieu élevé. Le siège le plus fréquent est, comme chez ce patient, l'isthme aortique juste après l'origine de l'artère sous-clavière gauche. Chez ce patient, la lésion a été provoquée par l'explosion d'un IED sous le véhicule. Ces IED sont responsables de la majorité des lésions observées chez les soldats des troupes occidentales déployés en Irak et en Afghanistan (2). Les lésions provoquées par une explosion sont classées en lésions primaires (conséquences directes de l'onde choc, elles sont les vraies lésions de blast ou *blast injuries*), secondaires (plaies par pénétration des éclats projetés par l'explosion), tertiaires (fractures et traumatismes fermés conséquence de la projection de la victime) et quaternaires (brûlures, lésions d'écrasement en cas d'écroulement, intoxications par fumée, lésions psychiques...) [3]. Les lésions primaires provoquées par l'onde de choc sont multiples (pulmonaires, tympaniques, digestives, cérébrales, oculaires...). Parmi les effets cardiovasculaires sont décrits des hypotensions, des troubles du rythme, des lésions myocardiques, mais nous n'avons retrouvé aucune description clinique ou expérimentale de lésions de l'aorte parmi les lésions primaires liées à cette onde de choc. Chez ce blessé, il semble donc probable que la lésion aortique est plutôt à ranger dans les lésions tertiaires et qu'elle est la conséquence de la projection de la victime hors du véhicule

et d'une décélération brutale. Avec toutes les réserves liées aux difficultés bien connues pour connaître le mécanisme exact des lésions provoquées par une explosion, nous pouvons penser que chez ce blessé l'onde de choc transmise par le plancher du véhicule a provoqué les fractures des jambes et peut-être les lésions abdominales et que, après avoir été éjecté, ce blessé est retombé sur la face ce qui a provoqué les lésions faciales et cervicales et la rupture aortique par décélération.

La prise en charge des ruptures sous-adventicielles de l'aorte a été complètement transformée au cours des dix dernières années (4, 5). Au plan diagnostique, le scanner est devenu pour tous l'examen de référence. L'angiographie est maintenant réservée aux cas où le scanner reste douteux. Au plan thérapeutique, il a bien été montré que le traitement en urgence n'est pas obligatoire et qu'il peut être différé sans majorer le risque de rupture secondaire, sous réserve d'un strict contrôle de la tension artérielle. Ceci permet de traiter les patients dans les meilleures conditions en particulier les patients polytraumatisés. Ceci justifie l'évacuation de ce type de blessé même sur une longue distance comme dans cette observation.

Le traitement a également été considérablement modifié. Depuis 1997, a été proposée la mise en place d'endoprothèse et de multiples publications confirment qu'il s'agit d'une méthode sûre, peu invasive, avec un taux très faible de paraplégies. Les principaux problèmes sont des difficultés de mise en place retrouvées dans 20 % des cas dans une étude multicentrique récente (6) et la possibilité d'occlure l'origine de la sous-clavière gauche compte tenu de sa proximité fréquente avec la rupture. Ceci peut parfois nécessiter une revascularisation secondaire le plus souvent par une réimplantation secondaire de l'artère sous-clavière dans la carotide primitive. Cette méthode semble progressivement devenir la méthode de référence (7) mais reste encore discutée par certains étant donné les incertitudes sur le devenir à long terme de ces prothèses (6). Si un abord chirurgical direct est réalisé, il a été montré que l'utilisation d'une assistance circulatoire diminue le risque de paraplégie (justifiant chez ce type de blessé une évacuation vers un centre disposant d'un système d'assistance circulatoire qui n'est pas disponible même dans les hôpitaux de campagne des troupes US) [8].

La prise en charge des blessés graves hémorragiques a été transformée par l'apparition du concept du « damage control ». À l'origine, le terme de « damage control » est un terme de la marine de guerre des États Unis désignant le protocole de prise en charge d'un bâtiment ayant subi des avaries au combat. Cette prise en charge se fait en trois temps : réparation des avaries les plus graves : éteindre les feux et colmater les brèches ;

maintenir le bâtiment à flot jusqu'au port ;

une fois au port et en sécurité, débiter les réparations définitives.

À la fin des années 1980, a été développée dans les *trauma center* US une tactique de prise en charge des blessés hémorragiques graves reposant sur le constat que chez ces blessés la mort survenait quasi inéluctablement une fois qu'avait débuté la « triade létale » faite de l'hypothermie, des troubles de coagulation et de l'acidose qui se potentialisent mutuellement. Pour prévenir l'apparition de cette triade a été définie une prise en charge en trois temps :

- un premier temps chirurgical le plus rapide possible visant uniquement à faire l'hémostase et à contrôler les fuites des organes creux sans faire de geste de réparation (pour les traumatismes abdominaux, ligatures, splénectomie, *packing* hépatique et pelvien, agrafages sans remise en continuité ni stomie des lésions digestives, abdomen laissé ouvert) ;
- un deuxième temps qui est un temps de réanimation visant à corriger les différents désordres (réchauffer le patient, corriger les troubles de la coagulation en particulier par des

transfusions, corriger l'acidose) ;

- un troisième temps qui est le deuxième temps chirurgical débuté lorsque les constantes sont jugées satisfaisantes (en général entre 24 et 72 heures après le premier geste). Au cours de ce temps sont réalisés ou débutés les gestes définitifs de réparation qui peuvent parfois (souvent) être itératifs.

En 1993 Rotondo, par analogie avec la prise en charge des bâtiments, a donné à cette tactique le nom de « damage control » (9). Le deuxième auteur de l'article est un ancien médecin de l'US Navy, ce qui a probablement eu un rôle dans le choix de ce nom.

Cette tactique initialement décrite pour les traumatismes hémorragiques de l'abdomen a été élargie progressivement à toutes les lésions hémorragiques graves et en particulier chez les polytraumatisés et polyblessés. On a ainsi décrit un « damage control » orthopédique (alignement rapide par fixateur externe, amputations) [10], vasculaire (ligature ou mise en place de shunt) [11], neurologique et même thoracique (torsion du hile du poumon, *packing*, thorax laissé ouvert) [12, 13]. La philosophie reste toujours la même : replacer au plus vite le patient en réanimation pour corriger les désordres induits par l'hémorragie et prévenir l'apparition de la triade létale. Cette tactique a prouvé son efficacité en diminuant la mortalité de ces traumatismes très graves et est devenue la règle pour ce type de traumatisme (14).

Il faut souligner la nécessité d'une prise en charge préhospitalière rapide et efficace pour que cette tactique puisse être mise en œuvre (Johnson considère ce temps préhospitalier comme le véritable premier temps et le nomme « damage control ground zero » ou DCO) [14].

Ce concept a été développé progressivement en France depuis la fin des années 1990 (15) et le terme français de « laparotomie écourtée » a été proposé (16) traduisant les termes anglais initialement proposés (*abbreviated* ou *staged laparotomy*). Il ne correspond pas totalement au concept, car il le limite aux seuls traumatismes de l'abdomen. D'autres termes ont été utilisés tels que « bailout surgery » (chirurgie de sauvetage), « planned reoperation » (réintervention programmée). Il ne semble pas y avoir de terme français satisfaisant pour traduire ce concept et le terme de « damage control » est maintenant international et consacré par l'usage.

La mise en œuvre du concept de « damage control » en chirurgie de guerre a d'abord été considérée comme difficile, voire impossible (17). En effet, contrairement à la pratique civile où les différents temps se font dans le même hôpital ou sur de courtes distances, elle se heurte à la nécessité d'un traitement échelonné depuis la relève au combat jusqu'aux hôpitaux d'infrastructure de l'arrière sur des distances parfois considérables. Par ailleurs, elle nécessite la présence sur le terrain de très lourds moyens (unité de soins intensifs, personnels, laboratoire, produits sanguins...). Enfin la survenue d'afflux important de blessés et la notion de triage doivent être également prises en compte.

Le principal problème est de déterminer où doit se faire le deuxième temps chirurgical de réparation :

- soit il se fait sur le théâtre dans la même structure chirurgicale qui a réalisé le premier geste et cela impose de disposer de structures permettant de garder des blessés pour une réanimation lourde en attendant ce deuxième geste chirurgical ; en cas d'afflux important et prolongé, ces structures seront inéluctablement submergées ;
- soit il se fait après évacuation vers les infrastructures de l'arrière ou vers la métropole et cela nécessite de pouvoir évacuer par avion sur de longues distances des blessés très graves, parfois nombreux, en poursuivant une réanimation lourde pendant tout le trajet avec le risque d'une part de ne pas disposer de moyens aériens suffisants, d'autre part que le blessé ne décède au cours de l'évacuation.

Le service de santé des troupes américaines a mis en œuvre cette tactique du « damage control » au niveau de toutes ses formations sanitaires de campagne (*Forward Surgical Team* ou Antenne Chirurgicale, *Combat Support Hospital*) en Irak et en Afghanistan dès le début des conflits (18-20). Cette tactique ne s'est pas seulement appliquée au niveau chirurgical, mais s'est intégrée dans un système cohérent de prise en charge du blessé au combat (*Tactical Combat Casualty Care*) enseigné et mis en œuvre à tous les niveaux de la chaîne de traitement. Les principes du « damage control » sont appliqués au bloc opératoire (*Combat Damage Control Surgery*) [21], mais ce concept a également été complété par celui de *Damage Control Resuscitation* qui a pour but de prévenir le plus tôt possible l'apparition des éléments de la triade létale (prévention de l'hypothermie dès la relève et à tous les niveaux, prévention des troubles de la coagulation en privilégiant l'utilisation de plasma sur les cristalloïdes et en modifiant les protocoles de transfusion massive...) [22].

Ceci a été rendu possible grâce à la mise en place sur le théâtre de très importants moyens médicaux et en personnel et grâce à une puissante chaîne logistique qui permet l'évacuation par échelons successifs depuis la relève jusqu'aux hôpitaux militaires américains en 3 à 4 jours en maintenant une réanimation intensive. Ces évacuations sont faites par de nombreux vecteurs aériens et des équipes médicalisées (*Critical Care Air Transport Team*) qui permettent l'évacuation de blessés très graves ayant bénéficié d'une prise en charge de type « damage control ». Grâce à ce programme « *Critical Care Air Transport* », plus de 2 000 blessés graves ont pu être transportés en 6 ans (23).

La prise en charge de ces blessés graves et la mise en œuvre des différents temps du « damage control » a pu bénéficier de nombreuses études et publications grâce à la mise en place d'un fichier de recueil (*Joint Theater Trauma Registry*, JTTR) et grâce à des études pilotées par ces équipes de recherche clinique déployées sur le terrain (24).

Au cours des conflits en Irak et en Afghanistan, le service de santé US a obtenu le plus bas taux de morts au combat jamais obtenu au cours d'un conflit armé (25). La tactique du « damage control » est un des éléments qui a permis cette amélioration en permettant de sauver des blessés qui seraient morts dans de précédents conflits.

La France et d'autres pays (en particulier au sein de l'OTAN) disposant d'un service de santé militaire bien structuré et équipé, s'attachent à la lumière de cette expérience à mettre en œuvre cette tactique afin d'apporter aux soldats blessés les traitements leur donnant la plus grande chance de survie. Pour mettre en œuvre efficacement cette tactique, il faut l'intégrer non seulement au niveau des structures chirurgicales mais aussi à tous les échelons de la chaîne de traitement du blessé. Ces échelons sont la relève au combat, le traitement au poste de secours (rôle 1 dans la catégorisation de l'OTAN), l'évacuation primaire ou évacuation de l'avant, la prise en charge dans la première structure chirurgicale (Antenne Chirurgicale [AC] ou rôle 2), l'évacuation secondaire, l'hôpital de campagne plus important (ou rôle 3), l'évacuation hors du théâtre vers la métropole avec parfois une étape intermédiaire.

Ces échelons doivent être mis en parallèle avec les 3 temps classiques du « damage control » auxquels il nous semble nécessaire d'ajouter, comme l'a fait Johnson, un temps initial (T0) correspondant à la relève du blessé et à l'évacuation primaire. À chaque temps correspondent des impératifs de moyens médicaux, de moyens logistiques et de formation.

T0 : relève et évacuation primaire du blessé :

- la formation de tous les personnels (compagnons d'armes, paramedics, infirmier, médecin des postes de secours) doit être faite par un programme très protocolisé de prise en charge des blessés de guerre ; cette formation doit porter sur les gestes de survie et en particulier les moyens d'hémostase (utilisation large du garrot et nouveaux pansements

hémostatiques à usage externe), mais aussi sur les premiers éléments visant à prévenir cette triade létale (importance de la lutte contre l'hypothermie, choix des solutés de remplissage...);

- les moyens d'évacuation, en particulier hélicoptères sont fondamentaux ; une évacuation la plus rapide possible vers la première structure chirurgicale est évidemment un élément clé pour l'amélioration de la survie ; les différences de mortalité observées entre l'Irak et l'Afghanistan sont probablement dues en grande partie aux délais plus longs d'évacuation en Afghanistan liés au relief ou au contexte tactique (25).

T1 : premiers gestes chirurgicaux :

- ils se font dans la première structure chirurgicale de campagne où est adressé le blessé (rôle 2 ou rôle 3 selon les circonstances) ;
- les moyens médicaux mis en œuvre au niveau du rôle 2 mais surtout du rôle 3 doivent être très importants : scanner permettant des acquisitions très rapides dans le cadre de l'urgence, produits sanguins disponibles (la transfusion de sang total prélevé sur le terrain est une alternative très intéressante comme le montrent de nombreuses publications récentes), utilisation de facteur VII activé, unités de soins intensifs, laboratoire performant... ;
- dans l'enseignement du chirurgien, peu de gestes techniques sont véritablement spécifiques mais ils doivent être revus dans ce contexte en les adaptant éventuellement aux moyens disponibles (techniques du *packing* hépatique, technique de l'abdomen ouvert avec pansement à pression négative, utilisation des fixateurs externes, shunts vasculaires) ; une tentation peut être de limiter les chirurgiens à ces seuls gestes en particulier au niveau des AC ; ainsi la mise en place d'un shunt vasculaire pour une plaie artérielle est plus rapide qu'une revascularisation et peut être utilisée avec succès chez un blessé instable pour sauver le membre et traiter rapidement les lésions associées en attendant le deuxième geste de réparation (26) ; certains proposent même qu'une réparation artérielle ne soit pas faite dans les AC mais systématiquement adressée à l'arrière pour réparation par des spécialistes (27) ; mais ceci implique que la chaîne logistique ne soit pas interrompue et que l'on dispose de chirurgiens spécialistes sur le terrain ce qui n'est pas toujours la règle ; par ailleurs ceci peut cautionner les limites techniques des chirurgiens des AC ; dans le service de santé de l'armée française, chez un blessé stable et en dehors d'un afflux de blessés, la règle reste de réaliser une réparation vasculaire première ; mais ceci implique que les chirurgiens des AC soient formés à ces techniques ;
- la tactique de *damage control* et en particulier les critères de mise en œuvre doivent être parfaitement connus de tous (chirurgiens, anesthésistes-réanimateurs, infirmiers) ; la décision de *damage control* repose habituellement sur les données cliniques individuelles (type de blessure, état hémodynamique, température, nombres de culots, pH) ; mais, contrairement à la pratique civile, la décision de *damage control* peut aussi être prise en fonction du contexte et en particulier la notion d'afflux de blessés. Le premier temps chirurgical de *damage control* rapide et peu exigeant en matériel s'intègre bien avec les règles classiques de chirurgie rapide de rapidité lors d'un afflux afin de traiter le maximum de blessés. Aussi des gestes de *damage control* en plusieurs temps peuvent être faits chez des blessés stables qui auraient été traités en un temps s'ils avaient été reçus individuellement. En revanche, devant un blessé très grave la décision de triage peut-être difficile : soit de faire un geste chirurgical rapide et d'évacuer immédiatement le blessé pour qu'il n'encombre pas la structure de triage ; soit, en l'absence de possibilités d'évacuation, de s'abstenir de faire un geste chirurgical semblant voué à l'échec et qui risque de consommer du temps et des moyens au détriment de plusieurs autres blessés moins graves (le patient est alors

catégorisé « urgence dépassée » dans la classification française ou « expectant » dans la classification US) ; soit, quand même, de faire rapidement ce geste en sachant cependant qu'il ne sera pas possible de mettre en œuvre le deuxième temps du *damage control* réalisant ainsi une sorte de triage après le geste chirurgical. Cette difficile décision sera fonction du contexte, des moyens disponibles et de l'expérience des équipes chirurgicales (28).

T2 : temps de réanimation :

- c'est le plus différent du contexte civil, car il doit être concomitant à une évacuation aérienne secondaire ; outre les moyens de réanimation présents dans la structure hospitalière de départ, il impose de très importants moyens logistiques aériens permettant de transporter un ou plusieurs patients intubés et ventilés ayant bénéficié d'un premier geste chirurgical ; en outre, ce type d'évacuation devrait pouvoir être répété tous les jours si nécessaire, si les combats durent ; en France, cette évacuation peut se faire soit par l'utilisation d'aéronef Falcon médicalisé lorsqu'il s'agit d'un seul blessé ou par le système MORPHEE (Module de Réanimation Pour Haute Elongation d'Evacuation) qui permet le transport de 8 à 12 blessés graves avec modules et équipes de réanimation sur des appareils de type C135. On conçoit cependant les limites logistiques du système en cas d'afflux ou si les moyens nécessaires ne sont pas déjà en place sur le théâtre d'opération.

T3 : deuxième temps chirurgical :

- les gestes définitifs de réparation sont faits au mieux dans les hôpitaux de l'arrière après retour en métropole ; l'importance des distances impose parfois que ces gestes soient faits à un niveau intermédiaire comme le font les américains dans un hôpital en Allemagne. Les blessés français en provenance des théâtres d'opération extérieure actuels (Afghanistan, Balkans, Afrique) sont évacués vers les hôpitaux militaires de la région parisienne. L'observation de ce patient souligne bien l'importance que cette évacuation soit faite vers un hôpital disposant d'un équipement complet pour traiter les urgences traumatiques (imagerie, angiographie, radiologie interventionnelle, assistance circulatoire) et de toutes les spécialités chirurgicales concourant à l'urgence avec en particulier la neurochirurgie. Il serait tout à fait illogique que la chaîne de moyens médicaux, humains et logistiques mis au profit de ces blessés n'aboutisse pas dans un hôpital de référence pour la prise en charge des urgences.

Conclusion

Le concept de « *damage control* » est un concept nouveau en chirurgie de guerre. C'est un concept efficace comme l'a démontré le service de santé des troupes américaines et comme le montre l'observation que nous rapportons. Il permet de sauver certains patients très gravement atteints qui seraient morts autrefois et ceci, même si cela ne joue que sur un pourcentage peu important de blessés, est extrêmement important au plan psychologique pour les forces armées présentes sur le terrain.

Cependant, c'est un concept exigeant imposant une formation de tous les acteurs de santé sur le terrain et la mise en place de lourds moyens médicaux de diagnostic (scanner), de traitement et de réanimation ainsi qu'une puissante chaîne logistique d'évacuation des blessés. Un pays comme la France se doit, chaque fois que cela est possible, de mettre en place ces moyens pour la prise en charge de ses soldats blessés.

Questions

Ch. Partensky : Toutes mes félicitations pour la présentation de cette observation qui illustre l'intérêt du concept de *damage control*. Vous avez parlé de l'utilisation des hémostatiques locaux. Pourriez-vous nous parler du « Quick clot » modifié qui a été utilisé par l'armée américaine en Irak et en Afghanistan ?

Réponse : Le QuickClot® et sa nouvelle version (QuickClot® Combat Gauze) sont utilisés comme hémostatiques externes essentiellement pour les plaies des membres et leur utilisation bien protocolisée ainsi que l'usage du garrot a permis d'améliorer le contrôle des hémorragies externes sur le terrain. En revanche, ils ne doivent pas, en principe, être utilisés pour un usage interne (thorax, abdomen, pelvis) en raison de la possibilité d'effets secondaires liés à la chaleur ou à l'impossibilité de l'enlever totalement lors d'un second temps chirurgical. Une observation a été rapportée d'une utilisation avec succès dans une plaie thoraco-abdominale. Une autre publication récente rapporte son utilisation avec succès dans le pelvis mais avec le développement d'un pseudoanévrisme de l'artère iliaque (29, 30).

Pr Natali : Pourquoi mettre en place un shunt et ne pas réparer directement une plaie artérielle ?

Réponse : La réparation par suture directe ou greffon veineux d'une lésion artérielle prend plus de temps (même pour un chirurgien très entraîné ce qui n'est pas toujours le cas du premier chirurgien qui reçoit le patient) que la mise en place d'un shunt. Chez un blessé instable nécessitant une procédure de *damage control* avec un geste qui devrait durer une heure maximum y compris le traitement des lésions abdominales et des membres, ce geste serait trop long. En revanche, chez un blessé stable présentant une lésion artérielle isolée, la règle reste de faire un geste de réparation immédiat.

Références

1. Arthurs ZM, Starnes BW, Sohn VY, Singh N, Martin MJ, Andersen CA. Functional and survival outcomes in traumatic blunt thoracic aortic injuries: An analysis of the National Trauma Databank. *J Vasc Surg* 2009;49(4):988-94.
2. Ramasamy A, Harrison SE, Clasper JC, Stewart MP. Injuries from roadside improvised explosive devices. *J Trauma* 2008;65(4):910-4.
3. Amber E, Ritenour, MD, Toney W, Baskin MD. Primary blast injury: Update on diagnosis and treatment. *Crit Care Med* 2008;36 (Suppl.):S311-S317.
4. Fabian TC, Roger T. Sherman Lecture. Advances in the management of blunt thoracic aortic injury : Parmley to the present. *Am Surg*. 2009;75(4):273-8.
5. Demetriades D, Velmahos GC, Scalea TM, et al. Diagnosis and treatment of blunt thoracic aortic injuries: changing perspectives. *J Trauma*. 2008;64(6):1415-8.
6. Demetriades D, Velmahos GC, Scalea TM, et al. Operative repair or endovascular stent graft in blunt traumatic thoracic aortic injuries: results of an American Association for the Surgery of Trauma Multicenter Study. *J Trauma*. 2008;64(3):561-70.
7. Moainie SL, Neschis DG, Gammie JS, Brown JM, Poston RS, Scalea TM, Griffith BP. Endovascular stenting for traumatic aortic injury: an emerging new standard of care. *Ann Thorac Surg*. 2008;85 (5):1625-9; discussion 1629-30.
8. Fabian TC, Richardson JD, Croce MA, et al. Prospective study of blunt aortic injury: multicenter trial of the American Association for the Surgery of Trauma. *J Trauma*. 1997;42:374-83.
9. Rotondo MF, Schwab CW, McGonigal MD, et al. 'Damage control': An approach for improved survival in exsanguinating penetrating abdominal injury. *J Trauma* 1993; 35:375-83.
10. Roberts C, Pape H, Jones A, et al. Damage control orthopaedics: Evolving concepts in the treatment of patients who have sustained orthopaedic trauma. *Instr Course Lect* 2005;54:447-62.
11. Reilly PM, Rotondo MF, Carpenter JP, Sherr SA, Schwab CW. Temporary vascular continuity during damage control: intraluminal shunting for proximal superior mesenteric artery injury. *J Trauma*. 1995;39(4):757-6.
12. Rotondo MF, Bard MR. Damage control surgery for thoracic injuries. *Injury* 2004;35:649-54.
13. Wilson A, Wall MJ, Maxson R, Mattox K. The pulmonary hilum twist as a thoracic damage control procedure. *Am J Surg* 2003;186:49-52.
14. Johnson JW, Gracias VH, Schwab CW, et al. Evolution in damage control for exsanguinating penetrating abdominal injury. *J Trauma* 2001;51:261-71.
15. Létoublon Ch, Amroun H, Alnaasan I, et al. Tamponnement périhépatique et chirurgie en deux temps dans le traitement des traumatismes graves du foie. *Lyon chir* 1996;92:228-35.
16. Arvieux C, Létoublon Ch. La laparotomie écourtée *J Chir* 2000;137 (3):133-41.
17. Eiseman B, Moore EE, Meldrum DR, Raeburn C. Feasibility of damage control surgery in the management of military combat casualties. *Arch Surg* 2000;135(11):1323-7.
18. Beekley AC, Watts DM. Combat trauma experience with the United States Army 102nd Forward Surgical Team in Afghanistan. *Am J Surg* 2004;187(5):652-4.
19. Chambers LW, Rhee P, Baker BC, Perciballi J, Cubano M, Compeggie M, Nace M, Bohman HR. Initial experience of US Marine Corps forward resuscitative surgical system during Operation Iraqi Freedom. *Arch Surg*. 2005 Jan;140(1):26-32.
20. 20 - Arthurs Z, Kjorstad R, Mullenix P, Rush RM Jr, Sebesta J, Beekley A. The use of damage-control principles for penetrating pelvic battlefield trauma. *Am J Surg*. 2006;191(5):604-9.
21. Blackburne LH. Combat damage control surgery. *Crit Care Med* 2008;36(7 Suppl):S304-10.
22. Beekley AC. Damage control resuscitation: a sensible approach to the exsanguinating surgical patient. *Crit Care Med* 2008;36(7 Suppl):S267-74.
23. Beninati W, Meyer MT, Carter TE. The critical care air transport program. *Crit Care Med* 2008;36(7 Suppl):S370-6.
24. Eastridge BJ, Jenkins D, Flaherty S, Schiller H, Holcomb JB. Trauma system development in a theater of war: Experiences from Operation Iraqi Freedom and Operation Enduring Freedom. *J Trauma* 2006;61(6):1366-72; discussion 1372-3.
25. Holcomb JB, Stansbury LG, Champion HR, Wade C, Bellamy RF. Understanding combat casualty care statistics. *J Trauma* 2006;60 (2):397-401.
26. 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(1):8-12; discussion 12-5.
27. Taiter J, Kamdar JP, Greene JA, Morgan RA, Blankenship CL, Dabrowski P, Sharpe RP. Temporary vascular shunts as initial treatment of proximal extremity vascular injuries during combat operations: the new standard of care at Echelon II facilities? *J Trauma* 2008;65(3):595-603.
28. Rush RM Jr, Stockmaster NR, Stinger HK, Arrington ED, Devine JG, Atteberry L, Starnes BW, Place RJ. Supporting the Global War on Terror: a tale of two campaigns featuring the 250th Forward Surgical Team (Airborne). *Am J Surg* 2005;189(5):564-70; discussion 570.
29. Plurad D, Chandrasoma S, Best C, Rhee P. A Complication of Intra-corporeal Use of Quikclot for Pelvic Hemorrhage. *J Trauma* 2009;66:1482-4.
30. Wright FL, Hua HT, Velmahos G, Thoman D, Demetriades D, Rhee PM. Intra-corporeal use of the hemostatic agent QuickClot in a coagulopathic patient with combined thoracoabdominal penetrating trauma. *J Trauma* 2004;56:205-8.