

Intérêt du shunt vasculaire temporaire en chirurgie de guerre

Temporary Vascular Shunt Member Interest in Wartime

C Pierret [1], FX Desfemmes [2], F Beranger [3], A Mlynski [1], J Jarry [4], V Duverger [5], F Pons [6]

1. Adjoint au chef de service de chirurgie vasculaire - H.I.A Val-de-Grâce - Paris.
2. Adjoint au chef de service de chirurgie urologique - H.I.A Val-de-Grâce - Paris.
3. Adjoint au chef de service de chirurgie vasculaire - H.I.A Saint-Anne - Toulon.
4. Adjoint au chef de service de chirurgie viscérale - H.I.A Robert Picqué - Bordeaux.
5. Chef de service de chirurgie viscérale et vasculaire - H.I.A Bégin - Saint-Mandé.
6. Chef de service de chirurgie thoracique - H.I.A Percy - Clamart.

Mots clés

- ◆ Damage control
- ◆ Chirurgie de guerre
- ◆ Ischémie aiguë
- ◆ Plaie vasculaire de membre
- ◆ Shunt artériel temporaire

Résumé

Les lésions artérielles de membres représentent désormais 10 % des blessés en situation de conflit. Leur survenue constitue un événement grave qui met en jeu le pronostic vital et fonctionnel. Leur prise en charge nécessite une hémostase chirurgicale par un contrôle d'amont large et classiquement une réparation artérielle en un temps. L'utilisation du shunt artériel temporaire rapportée à plusieurs reprises dans la littérature civile et militaire, représente une alternative séduisante conforme au principe de *Damage control*.

Keywords

- ◆ Acute ischemia
- ◆ Damage control
- ◆ Limbs' vascular wound
- ◆ Temporary vascular bypass
- ◆ Wartime surgery

Abstract

Arterial injuries to the extremities account for 10% of combat casualties. Both vital and functional prognoses are involved. Classically, the treatment requires a surgical hemostasis prior to surgery with revascularization in one time. Repeatedly reported in the civilian and military literature, the use of temporary vascular shunt is an attractive alternative fitting to the principle of *damage control*.

Les lésions artérielles de guerre qui représentent 10 % des plaies lors des récents conflits d'Irak et d'Afghanistan (1) (*Global war of terror*) constituent un événement grave, mettant en jeu le pronostic vital par hémorragie et exsanguination qui est la première cause de mortalité du combattant. En cas de plaies artérielles de membre, le pronostic fonctionnel du membre concerné est mis en jeu par ischémie avec risque d'amputation majeure. Le but du traitement vasculaire en chirurgie de guerre est de sauver la vie en réalisant une hémostase chirurgicale et de sauver le membre en le préservant de l'ischémie et de l'infection de manière rapide et efficace. On parle de chirurgie écourtée ou *Damage control* qui doit durer moins d'une heure.

La réalisation d'une suture directe, d'une résection anastomose ou d'un pontage en veine saphène inversée ou à l'aide d'une prothèse est un geste long et délicat qui va à l'encontre du concept de *Damage control*. Rapportée à plusieurs reprises dans la littérature civile et militaire, l'utilisation d'un shunt temporaire qui répond parfaitement au cahier des charges de la chirurgie de guerre aux moyens limités et échelonnés s'est imposée au début du XXI^{ème} siècle comme une alternative séduisante à la réparation vasculaire en un temps.

Epidémiologie

Le taux de lésions vasculaires en temps de guerre intéresse de nombreux auteurs depuis plus d'un siècle. Il a été évalué entre 0.4 % et 1.3 % par les chirurgiens américains et britanniques lors de la première guerre mondiale (1) (Tableau I). Le travail de référence effectué par DeBakey (2) qui a colligé 2 471 plaies trouvait un taux de 0.96 % pendant la seconde guerre mondiale. Les publications de Hughes (3) pour la guerre de Corée et de Rich (4) pour la guerre du Vietnam identifient des taux un peu supérieurs à 2-3 %. Lors de ces guerres, les résultats provenaient d'un travail considérable de comptes individuels et de suivi rétrospectif manuel. Lors des récents conflits d'Irak et d'Afghanistan, le suivi épidémiologique de l'armée américaine a été réalisé grâce au Joint Theater Trauma Registry (JTTR). Il s'agit d'un recueil prospectif informatisé, 70 personnes étant affectés à cette tâche à plein temps. Les taux retrouvés étaient de 9 % pour l'Afghanistan et de 12.5 % pour l'Irak (1) (Tableau I). Plusieurs facteurs peuvent expliquer que les plaies vasculaires aient été multipliées par cinq en moins d'un siècle. D'une part, l'utilisation des gilets pare-balle et la prépondérance

Correspondance :

Dr Charles Pierret

Service de chirurgie viscérale et vasculaire - H.I.A Val-de-Grâce - 74 boulevard de Port-Royal - 75005 Paris
Tel : 01 40 51 41 51. Fax : 01 40 51 45 13 - E-Mail : charlespierret@laposte.net

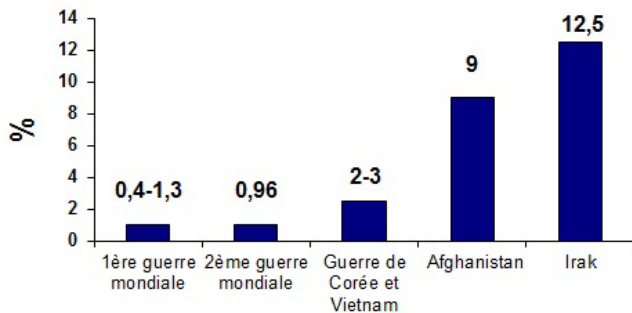


Tableau I : Historique des fréquences des plaies vasculaires de guerre.

des plaies par éclats qui entraînent de multiples plaies pénétrantes des membres avec une probabilité accrue d'atteinte vasculaire. Une étude d'Owens et al. (5) indique que les mécanismes explosifs représentent désormais 78 % des blessures dans les conflits d'Irak et d'Afghanistan. L'étude de White et al (1) qui collige uniquement les plaies vasculaires du JTTR confirme ces résultats avec uniquement 28 % de plaies par balles. D'autre part, les délais d'évacuation tactique sont passés de 12 à 16 heures pendant la seconde guerre mondiale (2) à 2 heures voire 45 minutes lors des conflits récents d'Irak et d'Afghanistan (5,7-8). Les premiers soins portés à l'avant avec l'utilisation en routine du garrot (6,7) qui sont prodigués dans les 10 minutes qui suivent la blessure (10 minutes de platine des anglo-saxons) ont augmenté la survie des blessés de guerre (6). Enfin, ces taux rapportés plus élevés sont le reflet d'un meilleur suivi épidémiologique grâce au registre qui notamment n'exclue plus les plaies vasculaires distales qui sont bien plus fréquentes que les plaies vasculaires proximales (1).

Par contre, la répartition anatomique des plaies vasculaires des membres semble inchangée par rapport à celle obtenue par DeBakey (2) pendant la seconde guerre mondiale. Les plaies de membres représentent 80 % des plaies vasculaires, dont plus d'un tiers pour les membres supérieurs (41 %) contre deux tiers pour les membres inférieurs (1).

Les lésions artérielles sont isolées dans 64 % des cas (1). Elles sont associées à des plaies veineuses dans 20 % des cas et nerveuses dans 40 % (1).

Traitement chirurgical des lésions vasculaires

Réparation vasculaire

Seul moyen permettant de garantir la survie du membre, la revascularisation définitive doit être privilégiée autant que possible. Elle se fait soit immédiatement après le contrôle vasculaire, soit dans un deuxième temps chirurgical, quelques heures après la mise en place d'un shunt.

Les différents types de revascularisation sont superposables à celles utilisées en pratique civile : la suture directe, fermeture sur patch veineux, résection-anastomose ou résection-pontage en autogreffe le plus souvent saphénienne prélevée sur la cuisse controlatérale, ou en prothèse. La veine à l'inconvénient d'être plus longue à prélever et à préparer avec un calibre de faible dimension, mais elle a l'avantage de bien se prémunir contre l'infection et de garantir une perméabilité sur le long terme optimale contrairement à la prothèse.

Si la suture directe artérielle peut être rapidement réalisée, ce n'est pas le cas de la résection anastomose ou du pontage prothétique et encore moins du pontage en veine saphène inversée qui va à l'encontre du concept de *Damage control*.

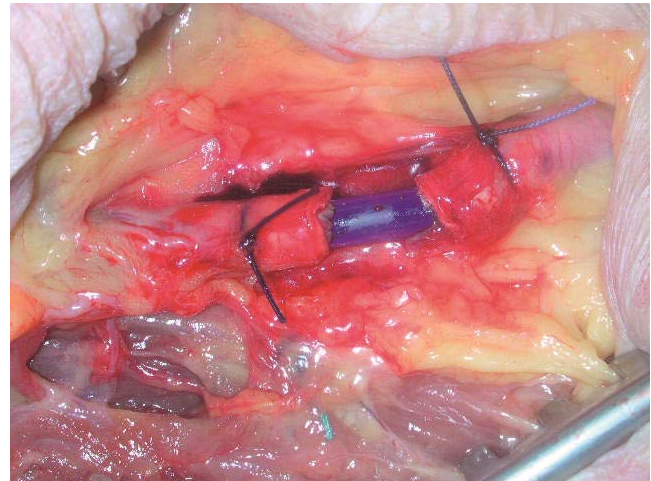


Figure 1 : Shunt artériel en place.

Damage control vasculaire (9,10)

Le principe de *Damage control* chirurgical est d'effectuer un geste rapide et efficace en restaurant une physiologie normale plutôt qu'une anatomie normale.

En traumatologie vasculaire de guerre les 3 procédures de *Damage Control* sont : la ligature vasculaire, l'amputation et l'utilisation du shunt vasculaire temporaire. Ce *Damage Control* chirurgical est à distinguer du *Damage control* ressuscitation, qui fait appel aux notions modernes de réanimation de lutte et de prévention contre la triade métabolique et létale de Moore avec hypothermie, acidose et trouble de la coagulation (11,12).

La ligature

Le principe de la ligature est de réaliser une hémostase rapide du vaisseau hémorragique qui sauve la vie du blessé, sans réparation vasculaire. Son inconvénient est d'entraîner une interruption brutale du flux en aval, exposant le membre à un risque d'amputation secondaire.

La ligature artérielle représente désormais la majorité des traitements chirurgicaux vasculaires (54 %) (1). Il s'agit dans la majorité des cas de ligature de vaisseaux distaux sans risque d'ischémie.

L'amputation (10,13)

L'amputation, lorsqu'elle est réalisée pour sauver le blessé, peut aussi être considérée comme une procédure de *Damage Control*. Elle est dite « de régularisation » lorsqu'elle est effectuée sur un membre irrécupérable du fait de son délabrement, ou « de nécessité » quand le blessé ne pourra pas survivre à une tentative de revascularisation (instabilité hémodynamique extrême du fait de lésions viscérales associées, coagulopathie, acidose et hypothermie malgré une réanimation optimale, voire en cas d'ischémie dépassée).

Revascularisation temporaire : le shunt

Il consiste en l'utilisation d'un tube, que l'on solidarise temporairement aux extrémités artérielles en amont et en aval de la plaie (Fig. 1). Ainsi placé, un shunt permet de maintenir un flux artériel dans le membre par une procédure simple, rapide et efficace.

Historique du shunt

La conception et l'utilisation du shunt vasculaire temporaire pour la prise en charge des plaies vasculaires de membres ont évolué depuis un siècle. Un des premiers à introduire le prin-

cipe d'anastomose sans suture fut Payr (14), qui en 1900 publia la description d'anneaux extra-luminaux de magnésium résorbable. En 1915, le chirurgien français Tuffier (15) décrit l'utilisation de tubes pour ponter les défauts artériels et maintenir la perfusion. En effet, peu d'options de reconstruction artérielle étaient disponibles avant 1950. La ligature artérielle était la règle. Pendant cette période, des tubes rigides intra-vasculaires permanents ont été utilisés pour obtenir une thrombose progressive permettant le développement d'une circulation collatérale. La période entre 1950 et 2000, par contre, a connu un essor remarquable des techniques de reconstruction vasculaire. Bien que Eger, en 1971, ait été l'un des premiers à rapporter dans la littérature l'utilisation de shunts temporaires en situation de conflit (16), la technique avait déjà été recommandée par les chirurgiens militaires français lors de la guerre d'Algérie en 1959. Ensuite, l'utilisation de shunts a été abandonnée en raison des longs délais d'évacuation et de l'incidence élevée de leur thrombose. Après la publication de Eger, seuls quelques cas cliniques ou de petites séries, essentiellement civiles sont rapportés dans la littérature. Entre 1981 et 1985, lors de la guerre des soviétiques en Afghanistan, Brusov et Nikolenko (17) ont été les premiers à avoir utilisés 71 shunts. Cependant leur expérience n'a été publiée qu'en 2005. C'est l'augmentation de la fréquence des plaies vasculaires de membres lors des conflits récents en Iraq et en Afghanistan, la difficulté de leur prise en charge et leur gravité qui ont imposé une réévaluation de l'utilisation des shunts par les chirurgiens militaires.

Intérêts du shunt

Principes

Le principe du shunt est de contrôler chirurgicalement l'hémorragie afin d'assurer une perfusion artérielle temporaire. Il peut aussi s'appliquer aux plaies veineuses selon le même principe.

Le recours à un shunt artériel diminue non seulement le temps d'ischémie tissulaire mais aussi ces effets délétères. L'étude de Gifford (18) effectuée sur les pattes arrières de 36 cochons montre la diminution inversement proportionnelle des marqueurs biologiques d'ischémie par rapport au temps de pose de shunt. Pour Burkhardt et al (19), qui confirme les résultats de Gifford, l'utilisation du shunt sur cochons diminue aussi les séquelles neurologiques.

Avantages

Par rapport à une revascularisation classique le shunt a l'avantage de pouvoir être placé rapidement en moins de 30mn et s'intègre donc aisément au concept de *Damage control*.

Inconvénients

Le principal inconvénient de l'utilisation du shunt est son efficacité temporaire, puisqu'il se thrombose inéluctablement en quelques heures, surtout pour les artères distales de petit calibre car il reste d'autant plus perméable que le calibre de l'artère est important (9).

Ainsi, il nécessite des délais d'évacuation rapide pour effectuer une revascularisation définitive dans un second temps.

Indications

Dans le contexte de la chirurgie en situation de conflit, s'il semble indiqué de traiter par une simple ligature les atteintes



Figure 2 : Shunts fémoraux artériel et veineux.

vasculaires distales (lésions artérielles isolées de l'avant-bras ou de jambe), il faut revasculariser les artères proximales car leur ligature met en jeu le pronostic du membre.

Plaies vasculaires proximales

Le shunt temporaire s'adresse essentiellement aux plaies vasculaires proximales car il reste d'autant plus perméable que le calibre de l'artère est important (20). Pour Rasmussen (9), 86 % des shunts proximaux (22/30) étaient perméables à la reprise, contre 12 % pour les shunts distaux (8/30). Cette technique est donc indiquée pour les lésions de l'artère fémorale commune, fémorale superficielle, et poplitée sus et sous articulaire pour le membre inférieur et les atteintes de l'artère humérale pour le membre supérieur. Elle a aussi été utilisée pour les plaies iliaques (21).

Enfin, pour mémoire, le shunt peut être utilisé en cas de plaies veineuses (Fig. 2). Son utilisation permet d'effectuer une réparation dans un deuxième temps et éviter ainsi une ligature. Leur perméabilité serait de 100 % pour Rasmussen (9).

Afflux saturants

L'utilisation du shunt est particulièrement à promouvoir en cas d'afflux saturant de blessés où les moyens chirurgicaux sont dépassés. Devant l'afflux saturant de blessés en Irak entre 2004 et 2005, Rasmussen et son équipe (9) ont réhabilité cette technique grâce à des délais d'évacuation aérienne rapide. Ils ont par ailleurs montré que son utilisation augmentait avec le nombre d'afflux massifs (9).

Polytraumatisés

L'utilisation du shunt est aussi indiquée en cas de blessé polytraumatisé avec plaies vasculaires proximales associées. Le traitement de lésions viscérales vitales est effectué par *Damage control* chirurgical tout en restaurant rapidement la circulation artérielle du membre grâce au shunt. Moins de 24 heures après, le patient, une fois stabilisé hémodynamiquement grâce à un *Damage control resuscitation* efficace, sera repris pour revascularisation définitive.

Par contre, l'utilisation du shunt n'est pas recommandée lors du transport vers l'hôpital du pays d'origine du blessé. En effet, plus le temps d'utilisation du shunt est long, moins

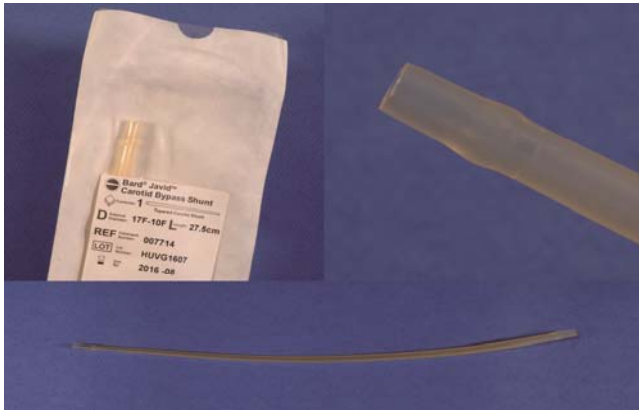


Figure 3 : Shunt de Javid™

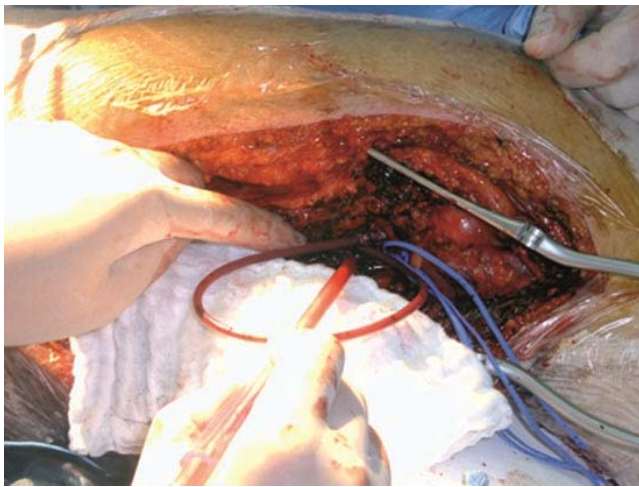


Figure 4 : Shunt poplité réalisant une boucle.

celui-ci est perméable. Le traitement définitif des lésions artérielles doit être réalisé idéalement dans les 16 heures (9,20).

Techniques chirurgicales

La principale particularité technique des traumatismes artériels de guerre est la mise en place du shunt qui a été formalisé par Rasmussen (9).

Le shunt disponible dans les structures chirurgicales militaires françaises est celui de Javid (Bard Peripheral Vascular INC, Tempe, Ariz). Il est semi-rigide, mesure 27.5 cm de long avec un calibre dégressif (17 à 10 French) et 2 renflements à chaque extrémité (Fig. 3). Les autres types de shunts commercialisés sont celui de Argyle (Kendall Healthcare Products, Mansfield, Mass) simple tube comme celui de Lemaitre, de Sundt (Integra, Plainsboro, NJ) qui est armé et celui de Pruitt-Inihara (Horizon Medical, Santa Ana, Calif) à ballonnets gonflables. En cas d'absence de shunt disponible, des sondes naso-trachéales ou des tubulures à perfusion veineuse de différents calibres (12, 14, 16, 18 French, soit de 4 à 6 mm) peuvent être utilisées (22). Pour des artères de plus gros calibre comme les iliaques, de petits drains thoraciques peuvent être employés. Dans un premier temps, l'opérateur aborde, contrôle et explore les vaisseaux lésés. Superposable à la prise en charge des traumatismes artériels civils, nous rappelons juste la particularité de ces plaies délabrantes qui nécessitent des abords larges et à distance pour effectuer un contrôle d'amont au sec et à distance de l'hématome et du foyer d'attrition qui gênent la dissection. Avant le clampage de l'artère en amont et en aval de la lésion, l'héparinisation systémique n'est pas recommandé pour ne pas aggraver les troubles de la coagula-

tion. En cas de plaie sèche, une thrombectomie à la sonde de Fogarty en amont et/ou en aval doit être effectuée (23). Après avoir effectué une dilution d'un flacon d'Héparine CHOAY® dans 1 litre de sérum physiologique, une injection in situ de 10 centilitres de cette Héparine® diluée est réalisée à chaque extrémité artérielle juste avant la pose du shunt. Cette héparinisation in situ est par ailleurs systématique avant toute pose de shunt temporaire. L'opérateur choisit un shunt de calibre adapté à celui de l'artère lésée (Argyle, Lemaitre) ou l'extrémité adéquate (Javid). Le calibre du shunt ne doit pas être surdimensionné pour éviter les lésions endothéliales (24). Il déclampe l'extrémité distale pour effectuer l'intubation du shunt dans celle-ci. Il déclampe ensuite l'extrémité proximale pour effectuer l'intubation de l'artère d'amont. Cette manœuvre peut aussi être effectuée en débutant par l'artère d'amont, le shunt étant clampé à son extrémité. L'ensemble peut être rectiligne ou réaliser une boucle (Fig. 4). Le clamp posé sur le shunt est retiré. La longueur d'intubation du shunt dans l'artère doit être d'environ 20 mm en amont et en aval. La pose du shunt doit être atraumatique pour éviter une lésion de dissection intimale. Cette pose doit être sécurisée pour éviter une hémorragie pendant le transport. La fixation du shunt de Javid est effectuée en amont et en aval par des nœuds circulaires au fil à suture, ou par des lacs en silastic en dedans des olives (Vidéo. 1). Ces nœuds peuvent être serrés sur ce type de shunt car il est suffisamment rigide. Comme le recommande Rasmussen (9), de larges fasciotomies de décompression des différentes loges du membre lésé (jambe ou avant-bras) sont à effectuer systématiquement pour prévenir un syndrome aigu des loges dès que l'on pose un shunt.



Figure 5a : Fermeture cutanée sommaire d'une voie d'abord médiale.

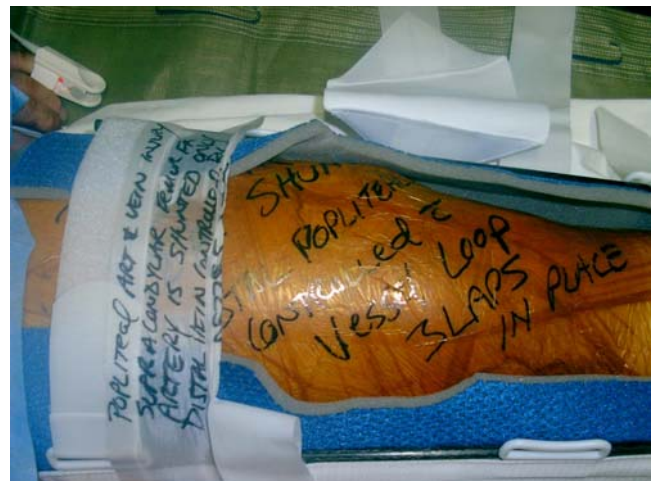


Figure 5b : Blessé évacué avec membre emballé dans une bande adhésive.

La fermeture sera uniquement cutanée (Fig. 5a) car l'essentiel est de recouvrir le paquet vasculo-nerveux shunté par du tissu viable pour diminuer le risque de thrombose. Elle doit être sommaire, sans faire perdre de temps étant donné que le patient sera abordé à nouveau lors de sa revascularisation définitive. Le patient peut être évacué le membre emballé dans bande collante adhésive type Opsite® sur laquelle est notée au feutre la présence du shunt, le type de lésions artérielles et/ou veineuses et l'horaire du pansement (Fig. 5b). En cas de perte de substance trop importante empêchant toute couverture, l'usage de pansements à pression négative posés directement sur le shunt a été décrit (25). La revascularisation par shunt temporaire, fasciotomies et fermeture comprise, ne doit pas durer plus de 30 minutes pour s'inscrire dans le concept de *Damage control* vasculaire (9).

L'anticoagulation antithrombotique à visée curative n'est pas nécessaire pendant l'évacuation du patient (9,23). Seule une anticoagulation préventive par héparine de bas poids moléculaire est recommandée. Le temps moyen entre la pose du shunt temporaire et la revascularisation définitive était de 5 heures et 48 minutes (extrêmes de 3 heures 40 minutes à 10 heures 49 minutes) selon les données recueillies par Taller (26) et son équipe en Iraq.

Résultats

Avec respectivement 85 shunts pour 236 plaies vasculaires (36 %) pour Gadzhiev et Kosenkov (27) et 71/295 (24 %) pour Brusov et Nikolenko (17), les soviétiques sont les premiers à avoir utilisé massivement les shunts et confirmés leur faisabilité avec comme résultat : 5.3 % de mortalité et 14 % d'amputation majeure (17). Devant l'afflux saturant de blessés, Rasmussen et son équipe (9) sont les premiers à utiliser plus largement les shunts (57 % (30/53)) que la réparation artérielle. La prise en charge théorisée par Rasmussen a été affinée, voire même passée au rang de « standard » dans les bocs chirurgicaux américains et canadiens (20, 26).

Les complications liées à la pose et à l'utilisation du shunt lui-même sont faibles. Elles représentent moins d'un cas sur dix (28). Les occlusions sont les plus fréquentes, tandis que les dislocations avec hémorragie pendant le transport sont exceptionnelles 4.7 % (2/43) (20). Pour Chambers (29), ces complications seraient plus fréquentes si le shunt forme une boucle. Les 2 études rétrospectives de Gifford (16) et de Borut (30), avec analyses statistiques sur respectivement 121 et 80 blessés avec un suivi moyen de 22 et 24.5 mois ne montrent pas de différence significative du taux d'amputation que l'on utilise le shunt ou non. Pour Gifford, le taux d'amputation était de 22 % sans shunt versus 23 % avec shunt. Pour Borut, il était de 21 % sans shunt *versus* 13 % avec shunt. Cette non infériorité pérennise l'utilisation du shunt dont le bénéfice suggéré par l'étude de Borut reste à prouver par des études de cohorte plus importantes.

Conclusion

L'optimisation de la prise en charge du blessé de guerre vasculaire à tous les niveaux de la chaîne de santé opérationnelle de survie a permis de diminuer nettement le taux de mortalité (6.4 %) ainsi que celui du taux d'amputation (1). Que ce soit l'utilisation systématique du garrot au ramassage (sauvetage de combat), le raccourcissement des délais d'évacuation, l'application non seulement des principes modernes de réanimation avec le *Damage control resuscitation* mais aussi ceux chirurgicaux de *Damage control* vasculaire, chacune de ces actions a concouru à l'amélioration objective des résultats. Le shunt temporaire qui colle parfaitement au concept du contrôle lésionnel avec intervention initiale écourtée constitue une des alternatives dans le traitement des plaies vasculaires proximales dont il faut connaître les limites

et les indications qui sont rappelées lors du module vasculaire des cours avancés de chirurgie en missions extérieures (CACHIRMEX) (31).

Références

- White JM, Stannard A, Burkhardt GE, Eastridge BJ, Blackburne LH, Rasmussen TE. The epidemiology of vascular injury in the wars in Iraq and Afghanistan. *Ann Surg.* 2011;253:1184-9.
- DeBakey ME, Simeone FA. Battle injuries of arteries in world war II: a analysis of 2471 cases. *Ann Surg.* 1946;123:534-79.
- Hughes CW. Arterial repair during the Korean War. *Ann Surg.* 1958;147:555-61.
Rich NM, Baugh JH, Hughes CW. Acute arterial injuries in Vietnam: 1,000 cases. *J Trauma.* 1970;10:359-69.
Owens BD, Kragh JF Jr, Wenke JC, Macaitis J, Wade CE, Holcomb JB. Combat wounds in Operation Iraqi Freedom and Operation Enduring Freedom. *J Trauma.* 2008;64:295-9.
- Kragh JF, Walters TJ, Baer DG, Fox CJ, Wade CE, Salinas J et al. Survival with emergency tourniquet use to stop bleeding in major limb trauma. *Ann Surg.* 2009;249:1-7.
- Beekley AC, Sebesta JA, Blackburne LH, Herbert GS, Kauvar DS, Baer DG. Prehospital tourniquet use in operation Iraqi Freedom: effect on hemorrhage control and outcomes. *J Trauma.* 2008;64:28-37.
- Clouse WD, Rasmussen TE, Peck MA, Eliason JL, Cox MW, Bowser AN et al. In-theater management of vascular injury: 2 years of balad vascular registry. *J Am Coll Surg.* 2007;204:625-32.
- 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;61:8-15.
- Tai NR, Dickinson EJ. Military junctional trauma. *J R Army Med Corps* 2009;155:285-92.
- Fox CJ, Gillespie DL, Cox ED, Kragh JF, Mehta SG, Salinas J et al. Damage control resuscitation for vascular surgery in a combat support hospital. *J Trauma.* 2008;65:1-9.
- Fox CJ, Gillespie DL, Cox ED, Mehta SG, Kragh JF, Salinas J et al. The effectiveness of a damage control resuscitation strategy for vascular injury in a combat support hospital: results of a case control study. *J Trauma.* 2008;64:99-106.
- Dua A, Patel B, Kragh JF, Holcomb JB, Fox CJ. Long-term follow-up and amputation-free survival in 497 casualties with combat-related vascular injuries and damage-control resuscitation. *J Trauma Acute Care Surg.* 2012;73:1517-24.
- Hancock H, Rasmussen TE, Walker AJ, Rich NM. History of temporary intravascular shunts in the management of vascular injury. *J Vasc Surg.* 2010;52:1405-9.
- Tuffier. French surgery in 1915. *Br J Surg.* 1917;4:420-32.
- Eger M, Golcman L, Goldstein A, Hirsch M. The use of temporary shunt in the management of arterial vascular injuries. *Surg Gyn and Obst.* 1971;132:67-70.
- Brusov PG, Nikolenko VK. Experience of treating gunshot wounds of large vessels in Afghanistan. *World J Surg.* 2005;29 (suppl 1):S25-9.
- Gifford SM, Eliason JL, Clouse WD, Spencer JR, Burkhardt GE, Propper BW et al. Early versus delayed restoration of flow with temporary vascular shunt reduces circulating markers of injury in porcine model. *J Trauma.* 2009;67:259-65.
- Burkhardt GE, Gifford SM, Propper B, Spencer JR, Williams K, Jones L et al. The impact of ischemic intervals on neuromuscular recovery in porcine (*Sus scrofa*) survival model of extremity vascular injury. *J Vasc Surg.* 2010;53:163-73.
- Woodward EB, Clouse WD, Eliason JL, Peck MA, Bowser AN, Cox MW et al. Penetrating femoropopliteal injury during modern warfare: Experience of the Balad Vascular Registry. *J Vasc Surg.* 2008;47:1259-64 Ball CG, Feliciano DV. Damage control techniques for common and external iliac artery injuries: have temporary intravascular shunts replaced the need for ligation? *J Trauma.* 2010;68:1117-20.
- Ouattara N, Mlynski A, Pierret C. Shunt artériel temporaire en situation précaire. *Med Trop.* 2011;71:434-6.
- Fox CJ, Patel B, Close D. Update on Wartime Vascular Injury. *Percept Vasc Surg Endovasc Ther.* 2011;20:1-13.
- Ding W, Wu X, Ji Jiesshou. Temporary intravascular shunts used as a damage control surgery adjunct in complex vascular injury: collective review. *Injury Int J Care Injured.* 2008;39:970-7.
- Fox CJ, Gillespie DL, O'Donnell SD, Rasmussen TE, Goff JM, Johnson CA. *J Vasc Surg.* 2005;41:638-44.

23. Taller J, Kamdar JP, Greene JA, Morgan RA, Blankenship CL, Dabrowski P et al. 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;65:595-603.
24. Gadzhiev NA, Kosenkov AN. Organization of treating patients with major vessel injuries at stages of evaluation. *Khirurgiia*. 2003;6:22-7.
25. Fox CJ, Gillespie DL, O'Donnell SD, Rasmussen TE, Goff JM, Johnson CA et al. Contemporary management of wartime vascular trauma. *J Vasc Surg*. 2005;41:638-44.
26. Chambers LW, Green DJ, Sample K, Gillingham BL, Rhee P, Brown C et al. Tactical surgical intervention with temporary shunting of peripheral vascular trauma sustained during Operation Iraqi Freedom: one unit's experience. *J Trauma*. 2006;61:824-30. Borut LT, Acosta CJ, Tadlock LC, Dye JL, Galarneau M, Elshire CD. *J Trauma*. 2010;69:174-8.
27. Pons F. Chirurgien des armées. La nécessité d'une formation particulière. *E-Mém Acad Natle Chir*. 2007;6:49-52.