

Damage control

JL DABAN^{1,*}, G BODDAERT G², E HORNEZ²

¹ *Fédération anesthésie, réanimation, brûlés et blocs opératoires, hôpital d'instruction des Armées (HIA) Percy, plateforme hospitalière militaire Île-de-France.*

² *Service de chirurgie viscérale, thoracique et vasculaire, hôpital d'instruction des Armées (HIA) Percy, plateforme hospitalière militaire Île-de-France.*

*Auteur correspondant : JL DABAN

Téléphone : 01.41.46.62.23

Adresse électronique : jeanlouis.daban@hotmail.fr

Points essentiels

- Le *damage control* n'est pas une technique chirurgicale ou une solution dégradée, mais un concept global de prise en charge du traumatisé sévère du lieu de l'accident à son traitement définitif.
- Le *damage control* repose sur une chaîne de survie visant à placer le bon geste au bon moment permettant au patient d'arriver vivant à l'échelon suivant sans perte de chance.
- Le temps est un facteur majeur de réussite du *damage control*.
- Les indications de *damage control* sont individuelles précoces (traumatisé sévère), individuelles tardives (polytraumatisé ne pouvant supporter un premier temps chirurgical trop long) et collectives (contexte d'afflux).
- Sur le plan chirurgical, le *damage control* repose sur des gestes volontairement simples et partiels pour permettre un second temps sur un patient stabilisé.
- La réanimation du *damage control* repose sur l'hypotension permissive, la transfusion massive, précoce et agressive, la lutte contre l'hypothermie.

Rappel historique et grands principes

Le *damage control* (DC) est un terme de la marine militaire définissant l'ensemble des mesures mises en œuvre à bord d'un bâtiment pour « absorber les dégâts et maintenir l'intégrité de la mission » [1]. En médecine comme en marine les premières actions du DC sont l'arrêt des voies d'eau (contrôle des hémorragies), le contrôle du feu et de la contamination (lutte contre l'infection : parage ou sutures digestives). Avant de laisser les bateaux à l'eau, il est important de comprendre le principe même du DC à bord d'un bâtiment. Lors d'une avarie comme une voie d'eau, bien qu'il existe une équipe de pompier (chirurgien, anesthésiste), c'est bien l'ensemble du bâtiment qui est concerné du simple matelot (brancardier) au pacha (chef de service garant de l'organisation). Autre point, le DC repose sur des procédures écrites détaillées (*DC Hand Book*) permettant un langage commun de l'ensemble des acteurs. Ces procédures doivent être connues de tous et sont spécifiques à chaque bâtiment (hôpital). Ces deux principes (procédures détaillées et implication collective large) doivent se retrouver en médecine. Historiquement, le DC est un concept purement chirurgical utilisé pour la première fois par Rotondo pour désigner une chirurgie limitée suivie d'une seconde planifiée après un intervalle de réanimation [2]. Toutefois, la notion de chirurgie écourtée est antérieure à cette publication et Rotondo a essentiellement le mérite d'avoir donné un nom accrocheur à un concept. Ainsi, dès le début des années quatre-vingt, certains auteurs proposaient déjà une approche chirurgicale similaire en particulier pour les traumatismes hépatiques [3,4]. Si l'on remonte plus avant, la manœuvre de Pringle décrite en 1908 peut même être considérée comme une première approche du DC [5]. La technique du DC a été initialement définie dans les centres de traumatologie civile américains avant de devenir le *gold standard* de la médecine militaire. Ce point est important, car il rappelle que cette méthode n'a pas été envisagée comme une procédure dégradée et réservée aux environnements austères comme rencontrés durant les conflits. L'« engouement » militaire s'explique par l'adaptation aisée de la procédure aux contraintes opérationnelles (première chirurgie d'urgence dans une petite structure sous tente avant transfert pour prise en charge définitive à l'arrière). Une autre explication de l'adoption du concept par les militaires est le nombre important de

traumatisés sévères ayant dû être pris en charge lors des conflits récents en Irak et en Afghanistan [6]. Cette expérience militaire a été à l'origine de l'extension du concept de DC à la réanimation et au préhospitalier [7]. Actuellement, cette expertise militaire après s'être nourrie de l'expérience civile est aujourd'hui dans un mouvement de balancier source d'inspiration pour les *traumas centers* particulièrement en Amérique du Nord.

Bases physiopathologiques

Le principe du *damage control* vise à limiter la triade létale décrite par Moore dès 1982 (coagulopathie, acidose, hypothermie) [8]. La coagulopathie du traumatisé, axe central du DC a plusieurs origines. Tout d'abord, le traumatisme est le premier inducteur précoce de la coagulopathie. Dès les lieux du traumatisme le patient grave peut présenter une coagulopathie [9]. Second inducteur de coagulopathie, une chirurgie délabrante joue le rôle de « sur-traumatisme ». Au plan chirurgical, l'objectif de la chirurgie écourtée est donc de diminuer l'agression tissulaire liée à la chirurgie [10]. Enfin, une réanimation inadaptée peut aggraver la coagulopathie. La réanimation du DC tend donc à diminuer les conséquences du suremplissage par les solutés (remplissage restrictif), à lutter contre la coagulopathie en introduisant une transfusion agressive précoce (ratios élevés) et à viser des objectifs bas de tension (hypotension permissive) pour limiter le resaignement en l'absence de traumatisme crânien [11]. La coagulopathie du traumatisé est liée au traumatisme, à la chirurgie et à la réanimation. Pour être efficace, sa réponse doit donc être précoce (dès les lieux de l'accident) et globale (chirurgicale et médicale).

Indications

L'indication de DC ne repose pas sur le mécanisme lésionnel. Selon l'aphorisme classique, on ne soigne pas l'arme, mais le patient. Pour exemple, un patient hémodynamiquement instable présentant une amputation traumatique qu'elle soit liée à une glissière de sécurité ou à une explosion peut bénéficier du DC des lieux du traumatisme à la réanimation post opératoire.

Quand on parle des indications, il est important de différencier DC médical et chirurgical. Pour reprendre l'exemple d'un amputé, rien ne justifie de lui administrer 5 litres de cristalloïde, de viser une PAS à 130 mmHg en l'absence de TC et surtout de ne pas arrêter précocement son saignement dès le préhospitalier par l'emploi d'un garrot (DC *ground zero*). Toutefois selon l'état du patient (choc, bilan lésionnel...), la suite de la prise en charge sera adaptée relai par un pansement compressif, maintien du garrot et de même pour le remplissage... On peut pour résumer dire que l'ensemble des patients peut bénéficier des principes du DC réanimation avec une intensité liée à leur gravité. Les indications de DC chirurgicales doivent être vues différemment. Au plan individuel, le DC chirurgical ne concerne que les patients les plus graves soit sur le plan physiologique (acidose, coagulopathie, hypothermie) soit lésionnel (bloc duodéno-pancréatique, veines sus-hépatiques...). Les patients devant bénéficier précocement d'un DC chirurgical sont listés dans le **tableau 1** [12]. L'utilisation de la clairance du lactate permettant d'identifier les patients à haut risque de mortalité pourrait servir d'aide à l'identification d'indications tardives ou secondaires de DC. En effet une absence de baisse de la lactatémie, malgré une réanimation bien conduite doit probablement amener à une discussion visant à écourter la chirurgie [13]. L'apparition secondaire d'une coagulopathie clinique ou biologique présente le même intérêt. Les indications collectives de DC chirurgical représentent un troisième cadre d'emploi du DC chirurgical à côté des indications individuelles précoces et secondaires. Comme pour un triage, cette méthode vise le mieux à titre collectif (faire passer le plus grand nombre de patients au bloc et ceci le plus vite possible) et non plus à l'échelle de l'individu (on préférera traiter quatre patients par exofixations qu'un seul dans le même temps par enclouage). Les indications collectives ont leur place en cas d'afflux massif (nombre important de victimes) et/ou saturant (afflux dépassant les capacités de la structure) [14,15].

Damage control réanimation

Le DC repose sur le principe d'une chaîne de survie débutant sur les lieux de l'accident (DC *ground zero*) et finissant en rééducation. Comme toute chaîne, sa force est dimensionnée par son maillon le plus faible. Il ne sert à rien d'être un excellent coronarographe si un patient en arrêt cardiaque a subi de nombreuses erreurs (absence de choc électrique externe, no flow prolongé...). De même le meilleur

chirurgien du monde ne peut rien si le patient meurt avant la table du bloc ou inversement pour le patient hémorragique qui croiserait le mauvais chirurgien malgré une réanimation idéale. En ce sens, il est inutile de séparer DC réanimation pré- et intrahospitalier. Au contraire, du terrain au bloc puis à la réanimation, les objectifs du DC sont les mêmes et seuls les moyens disponibles pour les réaliser changent. La hiérarchisation est un point essentiel de la chaîne de survie du DC. Pour s'assurer de réaliser le bon geste au bon moment, la mise en place de protocole est un élément indispensable du DC. Ainsi, le Service de santé des armées (SSA), comme d'autres institutions pour standardiser ses prises en charge utilise un acronyme le SAFE MARCHE RYAN (**tableau 2**). L'objectif de ces acronymes est de s'assurer de traiter en premier ce qui tue (hémorragie, anoxie ...) et de ne pas oublier une lésion chez un patient polytraumatisé [16].

SAFE

Les principes militaires français du SAFE ou civils américains du THREAT ne concernent que les médecins de l'extrême avant [17]. L'objectif est de limiter au maximum les risques pour les soignants en limitant en zone à risque les gestes au strict minimum voir uniquement à l'extraction. Ces contraintes sont importantes à connaître pour le reste de la chaîne. Elles expliquent qu'un patient puisse passer entre les mains d'un premier soignant en ne recevant quasiment aucun soin. L'échelon suivant de la chaîne doit donc être prêt à recevoir un patient peu ou pas techniqué bien que potentiellement gravissime.

Massive hémorragie

Le contrôle du saignement est le leitmotiv du DC. La pose de garrot sur les hémorragies accessibles est un élément essentiel du contrôle des hémorragies. L'emploi de pansements compressifs ou hémostatiques joue aussi un rôle dans le contrôle des hémorragies [18].

Sans contrôle du M, il est illusoire de dérouler le MARCHE.

Circulation

Le conditionnement du patient en choc hémorragique nécessite la pose d'un abord veineux et préférentiellement la mise en place de deux voies veineuses périphériques dont au moins une de gros calibre (16 ou 14 Gauge) permettant le remplissage vasculaire. Après deux échecs, l'abord intra osseux doit être rapidement considéré [19]. La mise en place d'un abord veineux central n'a d'intérêt que pour la mise en place éventuelle d'abord de très gros calibre (type cathéter d'épuration extrarénale, autorisant des débits de remplissage de l'ordre de 600 ml.min⁻¹) en raison des faibles débits obtenus lors de l'utilisation de cathéters veineux centraux [20]. La mise en place d'un cathéter artériel permettant le monitoring de la pression artérielle ne doit pas retarder le geste chirurgical et ne doit probablement jamais être réalisée en préhospitalier. L'intubation et la mise sous ventilation et sédation ne font pas partie du traitement du choc hémorragique. Et si, l'intubation dès le préhospitalier chez le traumatisé crânien est un critère prédictif favorable de survie [21], à l'inverse, le pronostic du patient en choc hémorragique semble être aggravé par l'intubation préhospitalière, en l'absence de données de haut niveau de preuve la décision d'intuber en pré hospitalier doit être évaluée au cas par cas. Tant que l'hémostase chirurgicale n'est pas réalisée, l'objectif de pression artérielle (PA) systolique est de 90 voir 80 mmHg en l'absence de traumatisme crânien [22]. La mise en route d'un remplissage et le recours précoce à la noradrénaline permettent d'atteindre ces objectifs de pression artérielle lorsque le remplissage vasculaire ne suffit pas [23]. Tant que l'hémorragie est active, l'apport en soluté est limité au maximum et le remplissage réalisé préférentiellement par la transfusion de produits sanguins labiles (PSL). Cette transfusion initiale doit préférentiellement être guidée par des protocoles simples permettant de respecter des ratios élevés et une administration précoce en plaquette et plasma. La mise en place de protocole de transfusion massive et la correction précoce de la coagulopathie améliore la survie [24–26]. L'apport de PSL chez les patients les plus graves dès le préhospitalier (*remote DC*) est une des voies d'amélioration de la survie des traumatisés graves [27]. Les thérapeutiques d'hémostase doivent être associées à la transfusion. Il convient d'administrer du fibrinogène lorsque la fibrinogénémie est inférieure ou égale à 1,5 g.l⁻¹. La calcémie ionisée doit être corrigée par l'administration de chlorure de calcium. Le patient doit recevoir de l'acide tranéxamique dans les trois heures suivant le traumatisme à la dose de 1 g en bolus IV en 10 min suivi de 1 g

perfusé sur 8 h. Enfin, les données actuelles vont contre l'emploi du rFVIIa en première intention [23].

Hypothermie

La température doit être une obsession de la prise en charge du trauma grave. Elle n'est pas réservée au pays froid [28]. La prise en charge de l'hypothermie commence par la prise de la température du patient à chaque étape. Les solutés et produits sanguins administrés doivent systématiquement être réchauffés. Le réchauffement externe doit être constant au cours de la prise en charge (couverture chauffante, température de travail adaptée).

Head : Traumatisme crânien et rachidien

La prise en charge médicale du TC grave ne présente pas de spécificités propres sur le plan de la réanimation (maintien de la PPC, intubation dès que possible, osmothérapie...). On notera toutefois que la prise en charge des lésions neurologiques intervient après réalisation de l'ensemble des étapes antérieures. Il faut d'abord fermer le robinet avant de neuroréanimer. Ainsi la pose du collier cervical, n'est jamais une priorité dans le cadre des traumatismes pénétrants ou par explosion et l'immobilisation du patient ne doit jamais retarder un geste plus urgent [29,30]. Il en est de même au plan chirurgical. Au-delà des considérations techniques sur le DC neurochirurgical, il est important de retenir que la hiérarchisation des chirurgies ira toujours premièrement vers l'arrêt de l'hémorragie avant tout geste concernant le « H » [31].

Evacuation

Comme pour toute chaîne de survie, le facteur temps joue un rôle central au cours du DC. Chaque étape étant volontairement partielle, le patient mobile doit rapidement avancer dans le processus [32,33]. Les militaires américains ont par exemple montré que la réduction du temps en préhospitalier lié au déploiement massif d'hélicoptères améliorerait la survie dans une chaîne utilisant le DC global [34]. De plus le DC en préhospitalier associé à une évacuation rapide a permis dans une série militaire de réduire à néant la mortalité évitable en traumatologie [35]. Alors qu'elle était estimée

dans certaines séries à plus de 20% des décès [36]. Ce chronomètre ne s'arrête qu'à l'arrêt du saignement et non à l'arrivée à l'hôpital. Les retards à la prise en charge intra hospitalier sont tout aussi délétères [37]. La DC réanimation ne doit pas retarder l'accès au bloc opératoire (conditionnement minimal et nécessaire, transport direct du patient instable vers le bloc).

Conclusion

La prise en charge du traumatisé doit être globale, évolutive et adaptée au contexte (préhospitalier, intrahospitalier). Le principe du DC vise justement à apporter une réponse médicochirurgicale cohérente du lieu de l'accident à l'hôpital en créant une chaîne de survie dans laquelle le patient avance d'étape en étape et dont la prise en charge est réussie par la sommation des étapes. La chaîne du DC vise à amener le patient vivant sur la table de bloc puis à diminuer au maximum les conséquences de la chirurgie en l'écourtant. La mise en place d'une chaîne de survie globale utilisant le DC du terrain à et dans l'hôpital a montré son efficacité à grande échelle lors de conflits récents [6]. Ces concepts sont transposables à la traumatologie civile.

Bibliographie

1. Ball CG. Damage control resuscitation: history, theory and technique. *Can. J. Surg.* 2014 ; 57 : 55-60.
2. Rotondo MF, Schwab CW, McGonigal MD, et al. « Damage control »: an approach for improved survival in exsanguinating penetrating abdominal injury. *J. Trauma* 1993 ; 35 : 375-382-383.
3. Stone HH, Strom PR, Mullins RJ. Management of the major coagulopathy with onset during laparotomy. *Ann. Surg.* 1983 ; 197 : 532-535.
4. Feliciano DV, Mattox KL, Burch JM, et al. Packing for control of hepatic hemorrhage. *J. Trauma* 1986 ; 26 : 738-743.

5. Pringle JH. V. Notes on the Arrest of Hepatic Hemorrhage Due to Trauma. *Ann. Surg.* 1908 ; 48 : 541-549.
6. Langan NR, Eckert M, Martin MJ. Changing patterns of in-hospital deaths following implementation of damage control resuscitation practices in US forward military treatment facilities. *JAMA Surg.* 2014 ; 149 : 904-912.
7. Holcomb JB, Jenkins D, Rhee P, et al. Damage control resuscitation: directly addressing the early coagulopathy of trauma. *J. Trauma* 2007 ; 62 : 307-310.
8. Dobson GP, Letson HL, Sharma R, et al. Mechanisms of early trauma-induced coagulopathy: The clot thickens or not? *J. Trauma Acute Care Surg.* 2015 ; 79 : 301-309.
9. Floccard B, Rugeri L, Faure A, et al. Early coagulopathy in trauma patients: an on-scene and hospital admission study. *Injury* 2012 ; 43 : 26-32.
10. Flierl MA, Stoneback JW, Beauchamp KM, et al. Femur shaft fracture fixation in head-injured patients: when is the right time? *J. Orthop. Trauma* 2010 ; 24 : 107-114.
11. Gruen RL, Brohi K, Schreiber M, et al. Haemorrhage control in severely injured patients. *Lancet* 2012 ; 380 : 1099-1108.
12. Waibel BH, Rotondo MF. Damage control in trauma and abdominal sepsis. *Crit. Care Med.* 2010 ; 38 : S421-430.
13. Régnier M-A, Raux M, Le Manach Y, et al. Prognostic significance of blood lactate and lactate clearance in trauma patients. *Anesthesiology* 2012 ; 117 : 1276-1288.
14. Aylwin CJ, König TC, Brennan NW, et al. Reduction in critical mortality in urban mass casualty incidents: analysis of triage, surge, and resource use after the London bombings on July 7, 2005. *Lancet Lond. Engl.* 2006 ; 368 : 2219-2225.
15. de Saint Maurice, Maurice G de S, Ould-Ahmed M. Retour d'expérience des attentats du 13 novembre 2015. Rôle de deux hôpitaux d'instruction des Armées. *Ann. Fr. Méd Urg* 2016 ; 6 : 8.

16. Lairet JR, Bebarta VS, Burns CJ, et al. Prehospital interventions performed in a combat zone: a prospective multicenter study of 1,003 combat wounded. *J. Trauma Acute Care Surg.* 2012 ; 73 : S38-42.
17. Jacobs LM, Joint Committee to Create a National Policy to Enhance Survivability From Intentional Mass Casualty Shooting Events. The Hartford Consensus IV: A Call for Increased National Resilience. *Conn. Med.* 2016 ; 80 : 239-244.
18. Bulger EM, Snyder D, Schoelles K, et al. An evidence-based prehospital guideline for external hemorrhage control: American College of Surgeons Committee on Trauma. *Prehospital Emerg. Care Off. J. Natl. Assoc. EMS Physicians Natl. Assoc. State EMS Dir.* 2014 ; 18 : 163-173.
19. Nadler R, Gendler S, Benov A, et al. Intravenous access in the prehospital settings: What can be learned from point-of-injury experience. *J. Trauma Acute Care Surg.* 2015 ; 79 : 221-226.
20. Le Noel A, Goffrais M, Almayrac A, et al. Rapid infusion pump overestimates delivered flow during rapid vascular filling: a bench study. *Eur. J. Emerg. Med. Off. J. Eur. Soc. Emerg. Med.* 2015 ; 22 : 260-265.
21. Bernard SA, Nguyen V, Cameron P, et al. Prehospital rapid sequence intubation improves functional outcome for patients with severe traumatic brain injury: a randomized controlled trial. *Ann. Surg.* 2010 ; 252 : 959-965.
22. Rossaint R, Bouillon B, Cerny V, et al. The European guideline on management of major bleeding and coagulopathy following trauma: fourth edition. *Crit. Care Lond. Engl.* 2016 ; 20 : 100.
23. Duranteau J, Asehnoune K, Pierre S, et al. Recommandations sur la réanimation du choc hémorragique. *Anesth. Réanim* 2015 ; 1 : 62-74.
24. Holcomb JB, Wade CE, Michalek JE, et al. Increased plasma and platelet to red blood cell ratios improves outcome in 466 massively transfused civilian trauma patients. *Ann. Surg.* 2008 ; 248 : 447-458.

25. Vogt KN, Van Koughnett JA, Dubois L, et al. The use of trauma transfusion pathways for blood component transfusion in the civilian population: a systematic review and meta-analysis. *Transfus. Med. Oxf. Engl.* 2012 ; 22 : 156-166.
26. Holcomb JB, Tilley BC, Baraniuk S, et al. Transfusion of plasma, platelets, and red blood cells in a 1:1:1 vs a 1:1:2 ratio and mortality in patients with severe trauma: the PROPPR randomized clinical trial. *JAMA* 2015 ; 313 : 471-482.
27. Gerhardt RT, Strandenes G, Cap AP, et al. Remote damage control resuscitation and the Solstrand Conference: defining the need, the language, and a way forward. *Transfusion (Paris)* 2013 ; 53 Suppl 1 : 9S-16S.
28. Aitken LM, Hendrikz JK, Dulhunty JM, et al. Hypothermia and associated outcomes in seriously injured trauma patients in a predominantly sub-tropical climate. *Resuscitation* 2009 ; 80 : 217-223.
29. Stuke LE, Pons PT, Guy JS, et al. Prehospital spine immobilization for penetrating trauma--review and recommendations from the Prehospital Trauma Life Support Executive Committee. *J. Trauma* 2011 ; 71 : 763-769-770.
30. Klein Y, Arieli I, Sagiv S, et al. Cervical spine injuries in civilian victims of explosions: Should cervical collars be used? *J. Trauma Acute Care Surg.* 2016 ; 80 : 985-988.
31. Rosenfeld JV, McFarlane AC, Bragge P, et al. Blast-related traumatic brain injury. *Lancet Neurol.* 2013 ; 12 : 882-893.
32. Carlton PK, Jenkins DH. The mobile patient. *Crit. Care Med.* 2008 ; 36 : S255-257.
33. Blackburne LH, Baer DG, Eastridge BJ, et al. Military medical revolution: deployed hospital and en route care. *J. Trauma Acute Care Surg.* 2012 ; 73 : S378-387.
34. Kotwal RS, Howard JT, Orman JA, et al. The Effect of a Golden Hour Policy on the Morbidity and Mortality of Combat Casualties. *JAMA Surg.* 2016 ; 151 : 15-24.
35. Kotwal RS, Montgomery HR, Kotwal BM, et al. Eliminating preventable death on the battlefield. *Arch. Surg. Chic. Ill 1960* 2011 ; 146 : 1350-.

36. Eastridge BJ, Mabry RL, Seguin P, et al. Death on the battlefield (2001-2011): Implications for the future of combat casualty care. *J. Trauma Acute Care Surg.* 2012 ; 73 : S431-437.
37. Clarke JR, Trooskin SZ, Doshi PJ, et al. Time to laparotomy for intra-abdominal bleeding from trauma does affect survival for delays up to 90 minutes. *J. Trauma* 2002 ; 52 : 420-425.