Valorisation des pratiques

Neurochirurgie et choc hémorragique en *Role 2*

L'enseignement CACHIRMEX et la collecte de sang total mis en pratique au CMCIA Dominique Mattei de Djibouti

H.-L. DUPRÉ[(1)], J. LORIAU[(2)], M. CHUECA[(3)], F.-X. BROCQ[(4)], L. MALAN[(5)], M. BUSIN[(6)]

(1) Hôpital d'Instruction des Armées Sainte-Anne, Service d'Anesthésie-Réanimation, Toulon
(2) 2e Centre Médical des Armées, Versailles
(3) Centre de Transfusion Sanguine des Armées, Clamart
(4) Hôpital d'Instruction des Armées Sainte-Anne, Centre d'Expertise Médicale du Personnel Navigant, Toulon
(5) Centre Médico-Chirurgical InterArmées Dominique Mattei, Djibouti
(6) Direction InterArmées du Service de Santé, Djibouti

Auteur correspondant : jerome.loriau@intradef.gouv.fr

***

HOMMAGE au Médecin Principal Henri-Louis DUPRÉ

Henri-Louis était un camarade hors pair. C'était un médecin militaire investi, attentionné et proche de ses patients.
Cet article illustre sa volonté de partager son expérience clinique opérationnelle.
C'était un collègue et ami remarquable, doué d'une formidable énergie contagieuse.
Jusqu'à son dernier souffle, il nous a éblouis, comme il a su le faire avec naturel durant toute sa trop courte vie. Il s'en est allé bien trop tôt, mais il a laissé une empreinte indélébile, gravée à jamais en chacun de ceux qui ont eu la chance de le côtoyer.
Repose en paix notre Mammouth.

MP Sylvain VICO et MP Camille CHOUFANI

Le Trail du Mammouth

traildumammouth.fr

Open access DOI
10.17184/eac.7479

Reçu
le 30 août 2018

Accepté
le 16 mai 2019

Publié
le 6 mars 2023

Conflit d'intérêt
Les auteurs ne déclarent pas de conflit d'intérêt.

Résumé : Le Centre médico-chirurgical interarmées Dominique Mattei est une structure accueillant un *Role 1* et un *Role 2*. Elle est dédiée au soutien des forces françaises stationnées à Djibouti. Nous rapportons le cas d'un marin pris en charge dans les suites d'un traumatisme crânien grave. Le patient est admis au Centre médico-chirurgical interarmées dans le coma et en choc hémorragique. Il présente d'emblée des signes d'hypertension intracrânienne. L'imagerie objective la gravité des lésions cérébrales. La télétransmission des images et la discussion avec l'équipe de neurochirurgie de l'Hôpital d'instruction des armées Percy permettent de poser l'indication de craniectomie en urgence, chirurgie réalisée sur place, par un chirurgien viscéral réserviste.
Confronté à la gestion du choc hémorragique et disposant de ressources transfusionnelles limitées, une collecte de sang totale est organisée. Elle permet de fournir les ressources nécessaires à la transfusion massive. Après une réanimation prolongée sur place liée aux difficultés de rapatriement, le patient est transféré vers une structure de soins tertiaire.
Cette prise en charge a été rendue possible par l'enseignement CACHIRMEX et le savoir-faire du Service de santé dans l'utilisation du sang total.

Mots-clés : Chirurgie de guerre. Choc hémorragique. Collecte de sang total. Cours avancé de chirurgie en mission extérieure (CACHIRMEX). Traumatisme crânien grave.

Abstract: NEUROSURGERY AND MASSIVE BLEEDING IN A *ROLE 2*: CACHIRMEX TEACHING AND FRESH WHOLE BLOOD TRANSFUSION IN PRACTICE AT THE CMCIA DOMINIQUE MATTEI IN DJIBOUTI.
The Dominique Mattei's Joint Medical and Surgical Center is a structure hosting both a *Role 1* and a *Role 2*, dedicated to supporting French and allied forces in Djibouti. We report the case of a seaman admitted for acute brain injury. On admission to the CMCIA the patient was in a state of coma and in hemorrhagic shock. The patient immediately presented with clinical signs of intracranial hypertension. A CT-Scan showed the severity of the brain lesions. As a result of teletransmissions and discussions with the neurosurgical team of the Percy Military Hospital in Paris, it was decided to perform an emergency craniectomy. This surgery was performed by a reserve visceral surgeon.
Given the very limited transfusion resources available, a whole blood collection was carried out in order to manage the hemorrhagic shock. It provided the necessary resource for a massive transfusion. After prolonged resuscitation on site due to repatriation issues, the patient was successfully transferred to a tertiary care facility.
This management could not have been carried out without the teaching of the Advanced Surgical Course for foreign

operations (CACHIRMEX) and the knowledge of the French Military Health Service in whole blood transfusion.

Keywords: War surgery. Hemorrhagic shock. Whole blood collection. Advanced surgical course for foreign operation. Acute Brain injury.

Introduction

En cas de traumatisme crânien grave, le délai de prise en charge diagnostique et thérapeutique constitue un enjeu majeur. Le diagnostic de sévérité, s'il est d'abord clinique, repose sur le bilan lésionnel effectué par scanner cérébral. Lorsque les lésions identifiées le nécessitent, un geste de décompression par volet crânien constitue une urgence chirurgicale conditionnant le pronostic vital et fonctionnel du patient (1).
Par ailleurs, tant le traumatisme initial, par lésion du scalp, que la chirurgie de décompression, peuvent occasionner des pertes sanguines importantes nécessitant des transfusions massives. Au sein d'un *Role 2*, la compétence neurochirurgicale et les moyens transfusionnels sont limités. La présence chirurgicale est composée de chirurgiens orthopédiques et viscéraux. Ce dernier peut parfois être remplacé par un urologue ou un chirurgien thoracique ou vasculaire, mais aucun neurochirurgien n'est affecté en *Role 2*.
Néanmoins, avant toute projection, les chirurgiens, tant réservistes que d'active, font l'objet de la formation Cours avancé de chirurgie en mission extérieure (CACHIRMEX) dispensant en théorie et en pratique l'enseignement à tous les gestes de *damage control* chirurgical quel que soit l'organe atteint.
Cette formation est spécifique au service de santé des armées et est différente des doctrines d'autres pays alliés (2). De même, la dotation en Concentrés de globules rouges (CGR) du *Role 2* est variable selon les disponibilités du Centre de transfusion sanguine des armées (CTSA) et dépasse rarement les 25 CGR, tous groupes sanguins confondus, cette quantité pouvant être rapidement utilisée en cas de transfusion massive. La collecte de sang total frais en situation d'exception est aussi une spécificité du Service de santé des armées (SSA).

Nous présentons le cas d'une prise en charge de blessé crânien grave illustrant la mise en pratique au sein d'un *Role 2* (Centre médico-chirurgical interarmées (CMCIA) Djibouti) du *damage control* neurochirurgical par un chirurgien non neurochirurgien (chirurgien viscéral réserviste) et d'une collecte en urgence de sang total.

1 Cas Clinique

M. A., marin professionnel à bord d'un bateau commercial civil croisant dans le golfe d'Aden, est victime d'une chute de grande hauteur aux alentours de 11 h 00. Il est rapporté une brève perte de conscience initiale. Le capitaine du navire émet un appel de détresse pour assurer une prise en charge médicale en urgence. Conformément au code de la mer, le navire le plus proche disposant d'un médecin se déroute pour

porter assistance. Il s'agit d'un destroyer japonais appartenant à la *Combined Task Force* (CTF) 151, force internationale de lutte contre la piraterie dans la région.

L'équipe médicale japonaise, constatant la sévérité des lésions, recherche auprès de ses alliés la structure médicale à même de recevoir le blessé après évacuation héliportée. Le CMCIA, disposant de moyens d'imagerie (scanner 64 barrettes) et d'un *Role 2*, est identifié comme la structure la plus adaptée pour accueillir la victime dans les meilleurs délais.

Compte tenu de la distance d'élongation mais surtout des délais nécessaires à l'accomplissement des formalités administratives à l'entrée du patient sur le territoire djiboutien, le patient est pris en charge au CMCIA à 19 h 30 soit 8 h 30 après la chute.

Son état de conscience s'est dégradé. Il lui a été administré 1 L de cristalloïde balancé avec 1 mg d'adrénaline dans chaque poche de 500 ml. À son admission, il présente un état de choc hémorragique. Sa fréquence cardiaque est de 145 battements par minute (bpm) et sa pression artérielle de 81/45 mmHg. Sa saturation artérielle en O_2 sous masque à haute concentration (15 L/min) est de 82 %. Sa température est à 40,3 degrés Celsius. Sa glycémie est de 7,1 mmol/L. Son score de Glasgow est coté à 4 (réponse verbale = 1, réponse oculaire = 1, réponse motrice = 2), on observe une mydriase unilatérale à droite.

Il est intubé et placé sous ventilation contrôlée. Des abords artériels et veineux central fémoraux sont mis en place pour l'apport de catécholamines, la transfusion et le monitorage invasif de la pression artérielle. Il reçoit immédiatement 2 CGR, 2 unités de plasma lyophilisé (PLYO), 1 g d'acide tranéxamique et 2 g d'amoxicilline-acide clavulanique.

L'échographie *E-Fast* ne retrouve pas d'épanchement péritonéal, péricardique ou pleural. Les radiographies du bassin et pulmonaire ne montrent pas de lésion traumatique. Les dopplers transcrâniens sont pathologiques et évoquent une hypertension intracrânienne (HTIC) : index de pulsatilité = 1.42 à droite et 1.55 à gauche.

Il reçoit donc 500 ml de Mannitol 20 % sans régression de la mydriase.

L'examen du volumineux pansement du vertex fait découvrir une large plaie crânio-cérébrale postérieure qui est explorée au déchoquage. En l'absence d'hémorragie active, un pansement d'attente est confectionné.

Les premiers résultats biologiques retrouvent une acidose mixte :
pH = 7.05, pCO_2 = 60 mmHg, lactates = 9 mmol/L et une hémoglobine = 8,5 g / dL.
Le bilan de coagulation est perturbé avec un fibrinogène à 0,8 g/L et un TP à 30 %.

Après stabilisation hémodynamique, un scanner corps entier est réalisé. Les données acquises sont télétransmises pour interprétation en urgence. À l'étage encéphalique, le scanner (fig. 1) met en évidence une fracture pariétale médio-postérieure comminutive avec embarrure, une fracture temporale droite, un hématome extra et sous-dural fronto-temporo-pariétal droit aigu (2 cm d'épaisseur maximale) et une hémorragie méningée traumatique prédominant en pariétal droit.

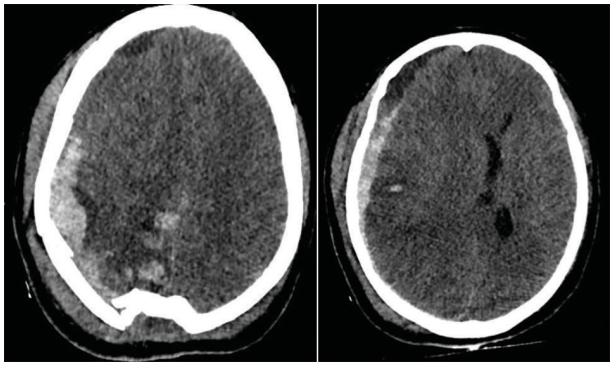


FIG. 1 : Scanner initial, H+9

Il est également décrit des contusions hémorragiques parenchymateuses hémisphériques droites prédominant en pariétal avec effet de masse, engagement sous-falcoriel et temporal.

Il existe une pneumopathie d'inhalation bilatérale mais aucune lésion extra-crânienne traumatique. En particulier, il n'y a pas d'autre saignement que la plaie crânio-cérébrale.

La télétransmission des images permet également de recourir à l'avis spécialisé d'un neurochirurgien de *Role 4* en France. Compte tenu de l'HTIC avec engagement et de l'hémorragie active, une indication de craniectomie de décompression est retenue. Les images transmises sont discutées entre le chirurgien du *Role 2* et le neurochirurgien. Une stratégie opératoire est définie ; elle a pour but conformément à l'enseignement dispensé au CACHIRMEX de réaliser une craniectomie suffisamment large. Néanmoins, compte tenu de la fracture postérieure avec embarrure, il est très fortement conseillé de ne pas étendre la craniectomie vers l'arrière et la zone fracturaire pour éviter la survenue d'une hémorragie incontrôlable par plaie veineuse (arrachement ou plaie du sinus longitudinal). Cette chirurgie de *damage control* neurochirurgical est réalisée par le chirurgien viscéral réserviste présent au cours de ce mandat.

Le patient est placé en décubitus latéral gauche, en position proclive dans le but de limiter l'HTIC liée à l'installation. Celle-ci permet l'abord large du côté droit du crâne et a pour but de ne pas limiter la réalisation de la craniectomie.

Le geste chirurgical consiste en une craniectomie frontale (réalisation d'un volet crânien de décompression). En arrière le volet rencontre rapidement lors de l'extension de celui-ci, par les trous de trépan successifs, les fragments comminutifs de la fracture temporale droite qui est hémorragique. Conformément à la planification et aux conseils neurochirugicaux recueillis en pré-opératoire, l'extension de la craniectomie est, par ce fait, chez ce patient déjà porteur d'hémorragie importante et d'altération de l'hémostase, limitée. L'hématome extra-dural droit est évacué. La dure-mère, présentant déjà une plaie, est ouverte. Le cerveau est pulsatile et ne présente pas de bombement majeur. Après évacuation de l'hématome sous-dural, une hémostase de vaisseaux cérébraux, siège d'hémorragie active, est réalisée. La dure-mère est laissée ouverte sans nécessité de suspension. Le volet crânien n'est pas réinséré et les plans

musculaires au niveau temporal et superficiel sont fermés sans drainage. La plaie pariétale médiane postérieure est parée. Son hémostase est contrôlée. Elle est fermée sans drainage. Un monitorage invasif de la pression intracrânienne (PIC) gauche est mis en place par le médecin anesthésiste. Une PIC mesurée à 4 mmHg à la pose témoigne de l'efficacité de la décompression.

Dès la prise en charge initiale, l'équipe médico-chirurgicale est confrontée à la gestion du choc hémorragique. L'état hémodynamique précaire préopératoire associé aux pertes sanguines peropératoires nécessitent des apports sanguins importants.
Après avoir transfusé quatre PLYO, quatre CGR et administré 3 g de fibrinogène, et compte tenu de stocks transfusionnels limités, il est décidé d'avoir recours à une collecte de sang total.

À 20 h 35, la procédure est lancée : sur les 97 militaires français du groupe sanguin homologue contactés à partir du listing des volontaires au don du sang, 11 ont pu être effectivement prélevés. La première poche a pu être transfusée au patient 87 minutes après la décision de collecte. Au cours de la première nuit, le patient reçoit neuf poches de sang total.

Quelques heures après la transfusion, on constate l'apparition d'une érythrodermie généralisée (fig. 2) associée à la persistance de l'instabilité hémodynamique et respiratoire (bronchospasme).



Fig. 2 : Rash cutané postopératoire

Bien qu'un diagnostic de certitude ne puisse être posé (dosages d'histamine et de tryptase non réalisables, contexte confondant de choc hémorragique), la clinique est compatible avec un choc anaphylactique. Le lien avec la transfusion est également évoqué. L'administration d'adrénaline a permis la régression rapide des signes cutanés et respiratoires et une amélioration de l'hémodynamique.

En postopératoire, un nouveau scanner cérébral (fig. 3) montre une régression partielle de l'effet de masse. Les dopplers transcraniens sont normalisés.

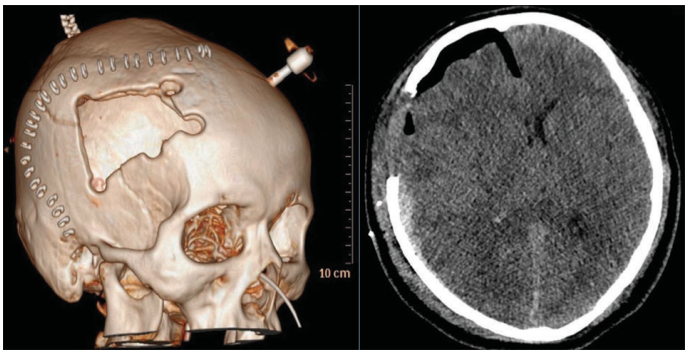


Fig. 3 : Contrôle scannographique postopératoire

En attente d'évacuation vers une structure médico-chirurgicale pourvue de neurochirurgie et de neuro-réanimation, le patient est pris en charge en réanimation au sein du CMCIA.

Pour l'évacuation de ce patient non militaire et non français, les procédures d'admission et de transfert seront assurées par l'assurance de l'armateur du navire où a eu lieu la chute. À quatre jours de la chirurgie, le patient est transféré par moyen aérien médicalisé privé vers un centre hospitalier privé (*Canadian Specialist Hospital*) de Dubaï disposant d'un service de réanimation et de neurochirurgie. Une dernière imagerie cérébrale (fig. 4) est réalisée avant son départ pour mesurer l'évolution des lésions.

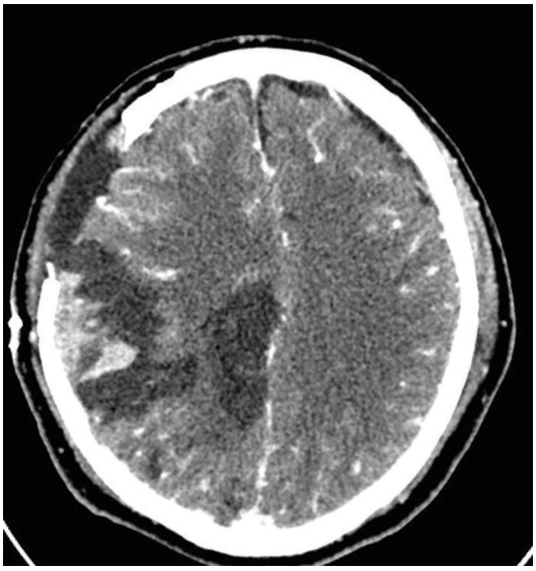


Fig. 4 : Contrôle radiologique à 72h

Au cours de ces quelques jours, apparaissent des complications classiques de réanimation des traumatisés crâniens graves. Au bout de 24 h, il présente un diabète insipide. Le diagnostic est évoqué devant une polyurie avec hypo-osmolarité urinaire. En l'absence de desmopressine disponible sur le territoire djiboutien, les pertes hydriques sont compensées par des cristalloïdes. Dans le même temps, sa fonction respiratoire se dégrade, conséquence d'un Syndrome de détresse respiratoire aiguë (SDRA) modéré (rapport PaO_2/FiO_2 à 151 au Nadir), à la fois d'origine pulmonaire (pneumopathie d'inhalation) et extra-pulmonaire (agression liée au traumatisme crânien). La ventilation protectrice (volume courant de 6 mL/kg de poids idéal théorique) avec un haut niveau de Pression expiratoire positive (PEP) et l'antibiothérapie permettent d'en limiter les conséquences sur l'oxygénation. Enfin, une insuffisance rénale aiguë anurique apparaît et se complique d'hyperkaliémie et d'acidose. Elle nécessitera le recours à l'épuration extra-rénale par hémofiltration dès son arrivée dans la structure tertiaire.

Le patient est décédé après 14 jours de réanimation dans l'hôpital d'aval.

2 Discussion

2.1 *Damage control* neurochirurgical

Confronté à une lésion crânio-cérébrale grave, une équipe médico-chirurgicale ne peut différer un geste de décompression nécessaire sauf à compromettre dramatiquement le pronostic du patient. Au sein d'un *Role 2* déployé sur un théâtre d'opérations extérieur et dépourvu de scanner, l'indication chirurgicale doit être posée sur l'anamnèse, l'examen clinique et l'échographie. Il s'agit d'un diagnostic et d'une décision difficiles. Un défaut d'indication de craniectomie autant qu'une craniectomie par excès peuvent être lourds de conséquences.

Dans le cas d'un *Role 2* disposant d'un scanner, le diagnostic de certitude est possible dans un délai très court. Lorsqu'ils sont disponibles, les moyens de télétransmission des images permettent une interprétation immédiate et de certitude des images par un radiologue. Ces moyens permettent également la lecture de l'examen par un neurochirurgien pour guider la prise en charge. La difficulté du « triage » des indications de *damage control* au sein des *Role 2* a déjà été soulignée à l'occasion des conflits récents. Des programmes de formation ont été proposés et mis en place au sein de certains théâtres d'opérations afin d'améliorer la prise en charge initiale et la pertinence des décisions opératoires. Ces programmes s'appuyaient sur les retours d'expériences de neurochirurgiens projetés au sein de *Role 3*, constatant de nombreuses erreurs de prise en charge initiale (3).

Dans la situation rapportée, l'acquisition des images par scanner multibarettes a été envoyée sur le système de l'Hôpital d'instruction des armées (HIA) Percy. Les scanners pré et postopératoires ont été interprétés et comparés par le même radiologue évaluant ainsi l'évolution des lésions. Les images disponibles sur le réseau interne (PACS) de l'HIA Percy ont également pu être visualisées par le neurochirurgien d'astreinte permettant de confirmer l'indication de *damage control* neurochirurgical. Le *damage control* neurochirurgical reste une pratique d'exception en opérations extérieures. D'après Turner et coll., seuls 120 actes de chirurgie crânienne ont été

rapportés dans l'ensemble des *Roles 2* américains déployés en Irak et en Afghanistan, entre 2002 et 2016. Et cela comprend le monitorage de la pression intracrânienne. Les gestes opératoires étaient préférentiellement réalisés en *Role 3* (97 % des actes chirurgicaux intracrâniens) (4).

Si l'exactitude de la décision opératoire est importante, la réalisation du geste est également essentielle. En l'absence de neurochirurgien au *Role 2*, cette réalisation incombe au chirurgien viscéral ou orthopédique présent. Cela suppose que le geste de *damage control* qu'est la craniectomie, geste spécialisé de neurochirurgie, soit maîtrisé par l'opérateur. Cette nécessité est à mettre en regard de la spécialisation grandissante de chacune des disciplines chirurgicales tendant même à la création de sous-spécialités. Ainsi, un chirurgien viscéral sera plutôt chirurgien colorectal, hépato-biliaire ou bariatrique ; un chirurgien orthopédique sera plutôt chirurgien du membre supérieur, inférieur, du rachis… Cette problématique est bien connue de nombreux services de santé militaires parmi les alliés européens ou américains.
Chacun, à l'épreuve des expériences des conflits, a mis en place des systèmes de formation au profit des chirurgiens non spécialistes projetés aux gestes de *damage control* dans les domaines de la neurochirurgie, de l'ORL, de la chirurgie maxillo-faciale… (2,5).

Depuis 2006, le SSA a répondu avec l'École du Val-de-Grâce à cette problématique en créant le CACHIRMEX. Cette formation comprend cinq modules de trois jours répartis sur deux ans. Il s'agit de modules théoriques et pratiques comportant également des retours d'expérience. L'enseignement s'appuie également sur la plateforme d'enseignement GEDISS@ qui comporte les supports de cours en ligne et des modules interactifs de questions. Ces cinq modules permettent de traiter tous les domaines où un geste de chirurgie de *damage control* peut être nécessaire, ainsi que les moyens diagnostiques d'échographie et les questions générales portant sur l'organisation du service de santé en opération extérieure. À ces modules peuvent s'ajouter des modules complémentaires, destinés aux antennes chirurgicales, aux intervenants du Module de chirurgie vitale (MCV) ou aux unités de décontamination des armées. L'enseignement est dispensé aux internes et assistants de chirurgie des armées au titre de leur formation initiale. Il accueille également sur demande les officiers sous contrat ou les membres de la réserve opérationnelle (Garde nationale) susceptibles d'être désignés pour une opération extérieure ou une mission de courte durée. Depuis sa création, de nombreux personnels ont ainsi pu être formés à des gestes chirurgicaux spécifiques d'urgence avant leur projection. Plus récemment, à la suite des attaques terroristes dont a été victime notre pays, l'enseignement de certains modules a été dispensé aux chirurgiens des hôpitaux civils pour les familiariser avec la prise en charge des afflux massifs de blessés par arme de guerre.

Lors de la prise en charge que nous rapportons, le chirurgien présent était un chirurgien viscéral réserviste. Malgré une expérience chirurgicale éprouvée (15 ans d'exercice), sa pratique habituelle n'en restait pas moins éloignée de la réalisation de *damage control* neurochirurgical. La formation CACHIRMEX qu'il avait reçue, et notamment la pratique sur sujet anatomique d'un volet crânien, ainsi que les supports informatiques et vidéo remis au cours du CACHIRMEX, lui ont permis de réaliser efficacement le geste de décompression et d'hémostase cérébrale en urgence. La réalisation du geste

sans complication opératoire immédiate et son efficacité sur la pression intracrânienne démontrent dans la pratique l'intérêt de l'enseignement dispensé.

La taille de la craniectomie réalisée dans cette situation n'a pas pu correspondre à une craniectomie large, telle que décrite dans l'enseignement CACHIRMEX. Idéalement, une craniectomie dite décompressive telle que décrite dans la littérature est beaucoup plus large, fronto temporo-pariétale, quasi hémisphérique, d'environ 11 à 12 cm dans les deux axes (6).

La réalisation a été limitée par l'existence d'une fracture comminutive postérieure rendant l'extension vers l'arrière de la craniectomie dangereuse par risque d'arrachement ou de plaie veineuse source d'hémorragie incontrôlable. La taille de la craniectomie réalisée dans ce cas pourrait correspondre à ce que les anglo-saxons qualifient de « craniectomie d'attente », permettant une levée de l'hypertension le temps que le patient soit confié à une équipe neurochirurgicale (2).

Il s'agit d'une stratégie débattue dans la littérature, car un tel geste peut constituer un traitement d'attente s'il est suivi d'une prise en charge neurochirurgicale spécifique rapide. Le risque d'une craniectomie de taille insuffisante étant la levée incomplète de l'hypertension intracrânienne (7).

Dans le cas rapporté, l'équipe du *Role 2* n'avait pas, au moment de la prise en charge, de renseignements sur la capacité d'évacuation ultérieure du blessé en termes de moyens neurochirurgicaux à proximité ou de délais. Contrairement à la prise en charge d'un blessé militaire français, le recours à une équipe neurochirurgicale aérotransportée n'était pas possible. La pression intracrânienne post-opératoire mesurée étant restée stable et satisfaisante, il n'a pas été envisagé de chirurgie de reprise pour agrandissement de la craniectomie.

De même, la pose d'un cathéter de mesure de PIC est un geste invasif non dénué de complication qu'il convient de maîtriser car sa mesure est un élément central de la réanimation du traumatisé crânien. Selon les équipes, ce geste est dévolu soit aux réanimateurs, soit aux neurochirurgiens. Pour ce geste, là encore, dans le cas d'un militaire français blessé, l'envoi d'un neurochirurgien avec l'équipe d'évacuation, et disposant d'un matériel dédié, dont un moteur pour craniotomie/craniectomie et système de monitorage de pression intracrânienne, est actuellement la règle. C'est donc souvent ce dernier qui est en charge de la pose. Néanmoins, ce cas clinique démontre qu'une équipe de *Role 2* peut être confrontée à la pose de ce dispositif au cours d'un *damage control* neurochirurgical ou pour assurer le monitorage après traumatisme crânien grave sans nécessité immédiate de neurochirurgie. Chirurgiens et anesthésistes des *Roles 2* n'ayant pas forcément dans leur pratique courante l'habitude de la pose et de l'utilisation d'un tel matériel, leurs formations théoriques et pratiques respectives au cours des enseignements avant projection sont nécessaires.

Plus largement, et compte tenu de la rareté de ce type de gestes en OPEX, les auteurs suggèrent qu'à l'instar des enseignements anglo-saxons type *Advanced Trauma Life Support* (ATLS), les enseignements comme le CACHIRMEX puissent faire l'objet de sessions de rappels périodiques afin de maintenir les connaissances des praticiens.

2.2 Transfusion de sang total

Le maintien de la pression de perfusion cérébrale la plus efficiente est un objectif majeur de la prise en charge du traumatisé crânien. Une hypoperfusion cérébrale majorée par une hypotension artérielle contribue et/ou aggrave les lésions cérébrales initiales.

Les plaies crânio-cérébrales, en raison de la riche vascularisation du scalp, peuvent être responsables de pertes sanguines importantes, voire de choc hémorragique. Le patient que nous avons pris en charge présentait une hypovolémie profonde à l'admission en rapport avec une plaie crânio-cérébrale hémorragique évoluant depuis plusieurs heures. Cette hypovolémie était aggravée par les conditions climatiques (température extérieure $> 45\,^{\circ}$ C) engendrant une déshydratation chez un patient aux apports volémiques limités. Ces conditions défavorables de perfusion cérébrale se sont trouvées aggravées par la chirurgie de *damage control*, indispensable, mais occasionnant de nouvelles pertes sanguines.

Les conditions septiques potentielles de la plaie de la victime ont fait considérer prudent de ne pas avoir recours à l'autotransfusion (*cell-saver*).

Au sein du *Role 2*, le nombre disponible de CGR compatibles était de dix unités (patient O+). L'utilisation de ce stock aurait été potentiellement insuffisante pour réaliser la transfusion massive requise. D'autre part, elle aurait limité ou empêché l'accueil d'un autre blessé hémorragique : militaire français blessé ou ressortissant français expatrié.

Pour ces raisons, la décision d'avoir recours à une collecte de sang frais total s'est rapidement imposée.

L'utilisation du sang total fait partie intégrante des procédures de *damage control ressuscitation* associant *damage control* chirurgical et hémostatique. Elle participe ainsi à la réduction des morts par hémorragie (8), morts évitables par excellence. Elle est traditionnellement dédiée au *Role 2*, mais son utilisation tend aujourd'hui à se diffuser. D'abord dans le milieu militaire au plus près des combattants (9) et même dans le milieu civil en situation d'exception (10). L'utilisation de sang total frais est également associée aux concepts actuels de ratio transfusionnel (11) : elle permet d'apporter CGR, plasma et plaquettes en proportions physiologiques et à bonne température. C'est une technique éprouvée en situation dégradée. Ainsi Spinella *et al.* ont rapporté l'expérience de plus de 6 000 unités transfusées au sein des forces américaines en Iraq et en Afghanistan (10).

Le contrôle du risque résiduel en termes de transmission virale repose sur la recherche de tests rapides des anticorps anti-HCV (hépatite C), des antigènes HBc (hépatite B) et des anticorps anti-HIV 1 et 2 (VIH). Cette qualification biologique « *a minima* » ne permet pas d'écarter une contamination récente du donneur du fait de l'absence de diagnostic génomique viral, pourtant obligatoire en France. Dans la littérature, un seul cas de séroconversion VHC a été rapporté suite à une transfusion de sang total (12). Il existe également un patient pour lequel une transfusion non isogroupe a été responsable d'une réaction fatale du greffon contre l'hôte (13). Néanmoins le risque de complication est limité par rapport aux bénéfices attendus. L'utilisation du sang

total a même été associée à une diminution de la mortalité globale par rapport aux CGR et concentrés de plasma sur plusieurs séries (8,14).

Dans le cas que nous rapportons, nous avons suspecté la survenue d'un accident transfusionnel grave (érythrodermie, hypotension). Néanmoins, l'amélioration rapide sous adrénaline oriente préférentiellement vers une réaction anaphylactique dont l'origine n'a pu être établie.

La procédure de collecte de sang total répond à un protocole strict disponible au sein de chaque *Role 2.* La procédure détaille les mesures et moyens matériels à déployer étape par étape. Des protocoles analogues dans des armées alliées ont déjà fait l'objet de publications (15).

Le déclenchement de la procédure relève de la décision du médecin anesthésiste-réanimateur. Les personnels du *Role 1* lancent alors la procédure d'appels aux dons au moyen du fichier des donneurs volontaires, mis à jour à chaque changement de mandat, et des Livrets médicaux réduits (LMR) des personnels présents sur le théâtre. La sélection des donneurs se présentant volontairement s'appuie sur l'utilisation d'un questionnaire « pré-don » simplifié et est du ressort des médecins disponibles tandis que les prélèvements et qualification des dons peuvent être réalisés par tout personnel médical ou paramédical présent. Le but de cette procédure est l'obtention au plus vite et en sécurité de poches de sang total immédiatement transfusable (16).

Dans notre expérience, la décision d'avoir recours à une collecte de sang total a été prise à 20 h 35. À cet horaire, les personnels des Forces françaises stationnées à Djibouti n'étaient plus présents à leur poste de travail et le message a été transmis aux personnels de semaine de chaque unité. L'exploitation de la base de données des groupes sanguins des personnels a donné lieu à 97 appels. Seize militaires se sont présentés pour être prélevés. À l'issue des examens préalables au don, quatorze donneurs ont été jugés éligibles au don. Compte tenu des besoins transfusionnels évalués en temps réel par le médecin anesthésiste-réanimateur, onze prélèvements ont finalement eu lieu. Neuf des poches prélevées seront utilisées. La première poche de sang frais total a été disponible et administrée à 22h02, soit 87 minutes après le lancement de la collecte. Cette durée est supérieure aux chiffres déjà rapportés (16). Bien qu'effectuée au sein d'un *Role 1* disposant des moyens et protocoles en vigueur et en présence d'un médecin habituellement affecté au CTSA, cette collecte a intéressé un théâtre de déploiement moins fréquemment exposé aux afflux massifs que d'autres, situés plus près des zones de conflits. Cet allongement des délais, bien que raisonnable, plaide pour la réalisation d'exercices à chaque mandat afin d'éprouver les équipes tournantes à ce type d'événement.

2.3 Délais de prise en charge

La notion de « *early goal therapy* » ou « *Golden hour* » s'est imposée depuis les années 2000 dans tous les champs de la réanimation. Elle concerne aussi bien le sepsis (17), le choc hémorragique (18) ou encore les traumatisés crâniens graves (19). L'idée sous-jacente est qu'il faut qu'un certain nombre de paramètres cliniques et paracliniques soient normalisés le plus précocement possible au cours de la prise en charge du patient pour diminuer la mortalité (20). Lors d'un traumatisme crânien grave, les lésions définitives prennent leurs origines non seulement dans la lésion initiale mais

aussi dans les lésions ischémiques secondaires. La prévention de ces lésions est l'objectif principal de la prise en charge du traumatisé crânien (1) et elle passe par l'optimisation du Débit sanguin cérébral (DSC) et la correction des Agressions cérébrales secondaires d'origine systémique (ACSOS).

Parmi ces agressions secondaires, on retrouve l'hypotension, l'hyper et l'hypocapnie, l'hypoxie et l'hyperthermie. L'hypotension artérielle (21) et l'hypoxémie (22) sont entre autres des facteurs indépendants d'augmentation de la mortalité, avec un effet synergique entre eux.

Notre patient a présenté tous ces symptômes pendant une durée de 8h avant son admission. Ce délai a probablement participé à l'apparition puis à l'aggravation des plages d'ischémie irréversible que l'on observe sur la dernière imagerie (fig. 4).

Les délais d'évacuation ont également été particulièrement longs. Cette situation n'est pas comparable à la prise en charge d'un soldat français pour lequel une évacuation vers une structure plus adaptée aurait pu avoir lieu rapidement. Le CMCIA a donc dû mettre en œuvre dans la durée une intensité thérapeutique pour laquelle la structure n'est pas dimensionnée, à la fois sur le plan humain et matériel. Ce genre de situation n'est pas rare dans le contexte d'aide médicale à la population dans des zones où les structures locales ne peuvent fournir la même offre de soins que les *Roles 2*, mais également sur les théâtres d'opérations actuels où les délais d'élongation imposent parfois une réanimation prolongée en milieu isolé (23). Cet état de fait impose aux équipes des *Roles 1* et *2* de mettre en œuvre des soins prolongés pour des patients graves et avec des moyens limités. Ces nouvelles données entraînent depuis quelques années une évolution de la doctrine d'emploi du SSA afin de pouvoir répondre à ces besoins de « *prolonged field care* ».

2.4 Coopération internationale

Le destroyer japonais ayant répondu à l'appel d'urgence du navire commercial à bord duquel le blessé avait chuté s'est conformé au devoir maritime d'assistance. Ils ont constaté une gravité de blessures ne pouvant être prises en charge de manière efficace par leurs moyens médicaux limités. Engagé au sein de la *Combined Task Force 151*, force de lutte contre la piraterie et une des trois *task forces* relevant des *Combined Maritime Forces* (CMF), c'est aux partenaires de cette coalition que l'équipe médicale japonaise s'est adressée pour identifier des moyens médicaux adaptés.

L'accident ayant eu lieu à 11 h 00, la décision de prendre en charge la victime au CMCIA de Djibouti a été prise à 11 h 55. La coopération internationale dans cette prise en charge médicale a donc permis une décision d'orientation rapide.
En revanche, l'admission effective au CMCIA n'a été possible qu'à 19h 30, en raison de l'accomplissement des formalités administratives d'arrivée sur le territoire du blessé. L'évacuation sanitaire a été effectuée vers la plateforme aéroportuaire militaire japonaise de l'aéroport international de Djibouti puis l'équipe médicale japonaise a acheminé le blessé au CMCIA par véhicule sanitaire. L'ensemble des contraintes logistiques et administratives légales sont à prendre en compte lors de la décision d'orientation d'une victime. Elles doivent faire partie intégrante de la décision d'orientation, y compris en termes de temps. Ainsi, une fois la chirurgie de *damage control* effectuée, l'orientation vers une structure hospitalière tertiaire, s'agissant d'un blessé civil pris en charge par

l'assurance de son armateur, a dû composer avec les mêmes contraintes. L'évacuation a été possible au 4e jour post-opératoire. S'agissant de la prise en charge d'un blessé militaire français, une fois le patient stabilisé et transportable après la chirurgie de *damage control*, la règle est l'orientation vers le *Role 4* dans les délais les plus courts possibles.

Conclusion

Ni un geste de *damage control* chirurgical, ni une transfusion massive ne peuvent être différés dans la prise en charge d'un blessé civil ou militaire les requérant.
Nous rapportons le cas d'un marin civil traumatisé crânien grave en mer évacué vers un *Role 2* (CMCIA de Djibouti) en hypertension intracrânienne aiguë et choc hémorragique. Le chirurgien présent, chirurgien viscéral réserviste, a pu réaliser le geste neurochirurgical spécialisé de craniectomie grâce à l'enseignement reçu au cours du CACHIRMEX. Les besoins transfusionnels importants du patient, incompatibles avec les quantités de concentrés globulaires disponibles ont été satisfaits par le recours à une collecte de sang frais total. Le patient a pu être dirigé vers une structure tertiaire spécialisée d'un pays voisin où il est finalement décédé plusieurs semaines après.

Cette expérience démontre tout l'intérêt de former les chirurgiens projetés à un large panel de situations d'urgence absolues, toutes spécialités confondues. Elle met également en exergue l'efficacité du protocole de collecte de sang total au sein d'un *Role 2* et plaide pour la réalisation d'exercices réguliers afin d'optimiser les temps de collecte.

Remerciements aux linguistes relecteurs : Oscar Weinberg et Pierre-Alexandre Clerc.

Références bibliographiques

1. Thomas Geeraerts. Prise en charge des traumatisés crâniens graves à la phase précoce (24 premières heures). 2016 Sep 23 :1-40

2. Breeze J, Blanch R, Baden J, Monaghan AM, Evriviades D, Harrisson SE, *et al.* Skill sets required for the management of military head, face and neck trauma : a multidisciplinary consensus statement. J R Army Med Corps. 2018 May ;164(2) :133-8.

3. Teff RJ. Use of neurosurgical decision-making and damage-control neurosurgery courses in the Iraq and Afghanistan conflicts : a surgeon's experience. Neurosurg Focus [Internet]. 2010 Apr 14 ;28(5) :1–3. Available from : \url{http://eutils.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/eutils/elink.fcgi?dbfrom=pubmed\&id=20568949\&retmode=ref\&cmd=prlinks}

4. Turner CA, Stockinger ZT, Bell RS, Gurney JM. Neurosurgical workload during US combat operations : 2002 to 2016. J Trauma Acute Care Surg. 2018 Jul ;85(1) :140-7.

5. Breeze J, Combes JG, DuBose J, Powers DB. How are we currently training and maintaining clinical readiness of US and UK military surgeons responsible for managing head, face and neck wounds on deployment ? J R Army Med Corps. 2018 Jul ;164(3) :183-5.

6. Ragel BT, Klimo P, Martin JE, Teff RJ, Bakken HE, Armonda RA. Wartime decompressive craniectomy : technique and lessons learned. Neurosurg Focus. 2010 May ;28(5) :E2.

7. Moon JW, Hyun DK. Decompressive Craniectomy in Traumatic Brain Injury : A Review Article. Korean J Neurotrauma. 2017 Apr ;13(1) :1-8.

8. Spinella PC, Perkins JG, Grathwohl KW, Beekley AC, Holcomb JB. Warm fresh whole blood is independently associated with improved survival for patients with combat-related traumatic injuries. J Trauma [Internet]. 2011 Jun 30 ;66(4 Suppl) :S69–76. Available from : \url{http://eutils.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/eutils/elink.fcgi?dbfrom=pubmed\&id=19359973\&retmode=ref\&cmd=prlinks}

9. Vitalis V, Carfantan C, Montcriol A, Peyrefitte S, Luft A, Pouget T, *et al.* Early transfusion on battlefield before admission to *Role 2* : A preliminary observational study during "Barkhane" operation in Sahel. Injury [Internet]. Elsevier Ltd ; 2018 May 1 ;49(5) :903–10. Available from : \url{http://eutils.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/eutils/elink.fcgi?dbfrom=pubmed\&id=29248187\&retmode=ref\&cmd=prlinks}

10. Spinella PC. Warm fresh whole blood transfusion for severe hemorrhage : U.S. military and potential civilian applications. Critical Care Medicine. 2008 Jul ;36(7 Suppl) :S340-5.

11. Nguyen C, Bordes J, Cungi P-J, Esnault P, Cardinale M, Mathais Q, *et al.* Use of French lyophilized plasma transfusion in severe trauma patients is associated with an early plasma transfusion and early transfusion ratio improvement. J Trauma Acute Care Surg. 2018 May ;84(5) :780-5.

12. Beckett A, Callum J, da Luz LT, Schmid J, Funk C, Glassberg E, *et al.* Fresh whole blood transfusion capability for Special Operations Forces. Can J Surg. 2015 Jun ;58(3 Suppl 3) :S153-6.

13. Gilstad C, Roschewski M, Wells J, Delmas A, Lackey J, Uribe P, *et al.* Fatal transfusion-associated graft-versus-host disease with concomitant immune hemolysis in a group A combat trauma patient resuscitated with group O fresh whole blood. Transfusion. 2012 May ;52(5) :930-5.

14. Nessen SC, Eastridge BJ, Cronk D, Craig RM, Berseus O, Ellison R, *et al.* Fresh whole blood use by forward surgical teams in Afghanistan is associated with improved survival compared to component therapy without platelets. Transfusion. 2013 Jan ;53 Suppl 1 :107S-113S.

15. Strandenes G, De Pasquale M, Cap AP, Hervig TA, Kristoffersen EK, Hickey M, *et al.* Emergency whole-blood use in the field : a simplified protocol for collection and transfusion. Shock. 2014 May ;41 Suppl 1 :76-83.

16. Daban J-L, Kerleguer A, Clavier B, Salliol A, Ausset S. Transfusion de sang frais total en temps de guerre : expérience du groupement médicochirurgical Warehouse durant la période 2006–2009. Annales Françaises d'Anesthésie et de Réanimation [Internet]. 2012 Nov ;31(11) :850–6. Available from : \url{http://eutils.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/eutils/elink.fcgi?dbfrom=pubmed\&id=22943967\&retmode=ref\&cmd=prlinks}

17. Rivers E, Nguyen B, Havstad S, Ressler J, Muzzin A, Knoblich B, *et al.* Early goal-directed therapy in the treatment of severe sepsis and septic shock. The new england journal of medicine. 2001 Nov 8 ;345(19) :1368-77.

18. Cannon JW. Hemorrhagic Shock. Longo DL, editor. N Engl J Med. 2018 Jan 25 ;378(4) :370-9.

19. Geeraerts T, Velly L, Abdennour L, Asehnoune K, Audibert G, Bouzat P, *et al.* Management of severe traumatic brain injury (first 24hours). Anaesth Crit Care Pain Med. 2018 Apr ;37(2) :171-86.

20. Murray GD, Butcher I, McHugh GS, Lu J, Mushkudiani NA, Maas AIR, *et al.* Multivariable prognostic analysis in traumatic brain injury : results from the IMPACT study. J Neurotrauma. 2007 Feb ;24(2) :329-37.

21. Manley G, Knudson MM, Morabito D, Damron S, Erickson V, Pitts L. Hypotension, hypoxia, and head injury : frequency, duration, and consequences. Arch Surg. 2001 Oct ;136(10) :1118-23.

22. Jones PA, Andrews PJ, Midgley S, Anderson SI, Piper IR, Tocher JL, *et al.* Measuring the burden of secondary insults in head-injured patients during intensive care. J Neurosurg Anesthesiol. 1994 Jan ;6(1) :4-14.

23. DeSoucy E, Shackelford S, DuBose JJ, ZWeben S, Rush SC, Kotwal RS, *et al.* Review of 54 Cases of Prolonged Field Care. J Spec Oper Med. 2017 ;17(1) :121-9.