



CARUM
Club des Anesthésistes-Réanimateurs
et Urgentistes Militaires

La Revue du CARUM

Vol. 25 - N°2
septembre 2009

Réanoxyo



Blessures de guerre



**Prise en charge
des blessés**



**Transfusion de sang
total en OPEX**



**Perfusion intra-osseuse
en OPEX**



**Technique de
production d'oxygène**



**Rupture
diaphragmatique
traumatique**

CARUM - Réanoxyo
Service d'Anesthésie-Réanimation
HIA Bégin, 94160 Saint-Mandé



Le blessé des conflits actuels :

- **Epidémiologie des blessures de guerre**
- **Enjeux de la prise en charge**

**Transfusion de sang total
en opération extérieure :
application au groupement
médico-chirurgical de Kaboul**

Club des Anesthésistes-Réanimateurs et Urgentistes Militaires
www.carum.org

CYANOKIT[®] 2,5 g

HYDROXOCOBALAMINE

Poudre pour solution pour perfusion

Traitement des intoxications confirmées ou suspectées au cyanure



STORM - 03/2009

CYANOKIT[®] 2,5 g poudre pour solution pour perfusion. FORMES ET PRESENTATIONS : Poudre (cristalline ; rouge foncé) pour solution pour perfusion (IV) : 2 flacons de poudre + 2 dispositifs de transfert stériles + 1 set de perfusion intraveineuse stérile + 1 cathéter court stérile pour l'administration à des enfants. **COMPOSITION^{*}** : Hydroxocobalamine (DCI) 25 mg/ml de solution reconstituée. **INDICATIONS** : Traitement des intoxications confirmées ou suspectées au cyanure. Cyanokit[®] doit être administré en association aux mesures de décontamination et de soutien appropriées. **POSOLOGIE ET MODE D'ADMINISTRATION^{*}** : Dose initiale : Administrée par perfusion IV pendant 15 min. Adulte : 5 g. Patient pédiatrique : 70 mg/kg de poids corporel sans dépasser un max. de 5 g.

Poids corporel en kg	5	10	20	30	40	50	60
Dose initiale en g	0,35	0,70	1,40	2,10	2,80	3,50	4,20
en ml	14	28	56	84	112	140	168

Dose supplémentaire : Administrée, si nécessaire, par perfusion IV dont la vitesse variera de 15 min à 2 h, en fonction de l'état du patient. Adulte : 5 g. Patient pédiatrique : 70 mg/kg de poids corporel sans dépasser un max. de 5 g. **Dose maximale** : Adulte : 10 g. Patient pédiatrique : 140 mg/kg sans dépasser un max. de 10 g. **Insuffisance rénale ou hépatique** : S'agissant d'un traitement d'urgence, aucun ajustement de la dose n'est requis. **CONTRE-INDICATIONS** : Aucune. **MISES EN GARDE ET PRECAUTIONS D'EMPLOI^{*}** : Le traitement d'une intoxication

au cyanure doit inclure en priorité un contrôle immédiat de la fonction respiratoire, une oxygénation et une hydratation adaptées, un monitoring cardio-vasculaire et le traitement symptomatique des convulsions. La prise en charge repose sur le tableau clinique et/ou les signes et symptômes d'intoxication au cyanure. - Inhalation de fumées : vérifier l'exposition des personnes concernées aux fumées lors d'incendie en espace clos, la présence de suie autour de la bouche, du nez et/ou dans l'oropharynx, et l'altération de l'état neurologique, puis administrer Cyanokit[®] sans attendre la détermination de la concentration plasmatique en lactate (taux ≥ 10 mmol/l) et/ou hypotension suggèrent fortement une intoxication au cyanure). - Hypersensibilité confirmée à l'hydroxocobalamine ou à la vitamine B12 à prendre en compte dans l'évaluation du rapport bénéfice/risque avant l'administration de Cyanokit[®]. - élévation de la pression artérielle possible, avec un pic vers la fin de la perfusion. - Effets sur le dosage du cyanure dans le sang : prélever l'échantillon de sang avant l'initiation du traitement par Cyanokit[®]. - Interférence avec l'évaluation des brûlures due à une coloration rouge de la peau : la présence de lésions cutanées, d'œdème et de douleur suggère fortement la présence de brûlures. - Interférence avec certains dosages de laboratoire (biochimie, hématologie, coagulation et colorimétrie urinaire) en raison de la couleur rouge foncé de l'hydroxocobalamine : résultats à interpréter avec prudence. - Utilisation avec d'autres antidotes du cyanure : non évaluée ; ne pas les administrer par la même voie veineuse. **INTERACTIONS^{*}**. **GROSSESSE ET ALLAITEMENT^{*}** : Il n'existe pas de données suffisamment pertinentes sur l'utilisation de l'hydroxocobalamine chez la femme enceinte et le risque potentiel en clinique n'est pas connu. Toutefois, compte-tenu du nombre, limité à deux, d'injections d'hydroxocobalamine, du caractère potentiellement mortel d'une intoxication au cyanure, et de l'absence de traitement alternatif, l'hydroxocobalamine peut être administrée chez la femme enceinte. Signaler rapidement au titulaire de l'AMM toute exposition à Cyanokit[®] en cours de grossesse, qu'elle ait été décelée avant ou après le traitement par Cyanokit[®], et assurer un suivi attentif de la grossesse et de son issue. Utilisation non contre-indiquée au cours de l'allaitement, car situations potentiellement mortelles. **CONDUITE ET UTILISATION DE MACHINES^{*}**. **EFFETS INDESIRABLES^{*}** : Les plus fréquents : coloration rouge réversible de la peau et des muqueuses, coloration rouge foncé assez marquée des urines. Rapportés en association avec l'utilisation de Cyanokit[®], sans estimation de fréquence : modification artificielle du taux de certains paramètres de laboratoire ; extrasystoles ventriculaires ; diminution du pourcentage de lymphocytes ; troubles de la mémoire, vertiges ; affections oculaires telles que gonflement, irritation, rougeur ; épanchement pleural, dyspnée, sensation d'oppression au niveau de la gorge, sécheresse de la gorge, gêne thoracique ; gêne abdominale, dyspepsie, diarrhée, vomissements, nausées, dysphagie ; éruptions pustuleuses (visage et cou) ; élévation transitoire de la pression artérielle ; bouffées de chaleur ; maux de tête, réaction au site d'injection, œdèmes périphériques ; réactions allergiques (y compris angioedème, éruptions cutanées, urticaire et prurit) ; agitation. **SURDOSAGE^{*}** : Traitement symptomatique. **PHARMACODYNAMIE^{*}** : Antidote, code ATC : V03AB33. Mécanisme d'action : Chaque molécule d'hydroxocobalamine peut se lier à un ion cyanure par substitution du ligand hydroxo lié à l'ion cobalt trivalent pour former de la cyanocobalamine, un composé stable et non toxique, excrété dans l'urine. **PHARMACOCINETIQUE^{*}**. **SECURITE PRECLINIQUE^{*}**. **INCOMPATIBILITES^{*}** : Ne pas mélanger avec d'autres médicaments, à l'exception du diluant (cf. Modalités de manipulation et d'élimination). - Pas d'administration simultanée par la même voie veineuse des médicaments suivants : diazépam, dobutamine, dopamine, fentanyl, nitroglycérine, pentobarbital, phénytoïne sodique, propofol et thiopental, thiosulfate de sodium, nitrite de sodium et acide ascorbique. - Administration simultanée d'hydroxocobalamine et de dérivés sanguins par la même voie veineuse non recommandée. **CONDITIONS DE CONSERVATION^{*}** : A conserver à T \leq 25°C. A utiliser immédiatement après reconstitution. **MODALITES DE MANIPULATION ET D'ELIMINATION^{*}** : Chaque flacon doit être reconstitué avec 100 ml de diluant (solution injectable de NaCl à 9 mg/ml (0,9 %)) en utilisant le dispositif de transfert stérile fourni. Utiliser le set de perfusion fourni dans le kit. **RENSEIGNEMENTS ADMINISTRATIFS** : Titulaire de l'AMM : Merck Santé s.a.s., Lyon, France. LISTE I. AMM EU/1/07/420/001 (2007, rév. 16.01.2009). CIP N° 3400938336924 (2 flacons). Collect. Merck Lipha Santé : 37 rue Saint-Romain F 69379 Lyon cedex 08. Tél : 04 72 78 25 25. Information médicale/Pharmacovigilance : Tél (N° vert) : 0 800 888 024. Site web : www.merckserono.fr. E-mail : infoqualit@merck.fr. *Pour une information complète, consulter le RCP disponible sur le site internet de l'EMEA ou auprès de Merck Serono. MLC 2009-03-16. Merck Lipha Santé S.A.S. au capital de 16 398 285 euros - 955 504 923 rcs Lyon.

Merck Serono Produits d'Urgence

**MERCK
SERONO**

Réanoxyo

2009 ; 25-2 : 35 - 65
La revue du CARUM
Club des Anesthésistes Réanimateurs
et Urgentistes Militaires

RÉDACTEUR EN CHEF
Georges Mion

RÉDACTEURS ASSOCIÉS
Audrey Cirrode,
Nicolas Libert, Stéphane Mérat,
Jean-Marie Saïssy,
Marie-Pascale Petit.

COMITÉ DE RÉDACTION
Georges Mion, Alain Benois,
Stéphane de Rudnicki,
Jean-Luc Petit,
Michel Rüttimann

COMITÉ DE LECTURE
Audrey Cirrode, Alain Benois,
Bruno Fontaine,
Mohamed Chani,
Song Yang Crosson,
Nicolas Libert, Stéphane Mérat,
Georges Mion,
Marie-Pascale Petit,
Stéphane de Rudnicki,
Jean-Marie Saïssy,
Dominique Selcer

Correspondance :

Courriel : georges.mion@santarm.fr

Adresse postale :

Réanoxyo- CARUM
Département d'anesthésie-
réanimation
HIA Bégin - 94160 Saint-Mandé

Abonnement : 30 Euros
3 numéros annuels

EDITION

Urgence Pratique Publications

Directeur de la Publication

Jean-Claude Deslandes

Secrétaire de Rédaction

Georges Bousquet

BP 26 - 34190 Ganges

@ : revue@urgence-pratique.com

Tél. : 04 67 73 53 61

IMPRESSION

Clément Imprimeurs (Le Vigan)

levigan@clementimprimeurs.fr

Imprimé en France

Droits de reproductions réservés pour
tous pays,
sous quelque procédé que ce soit.
S'adresser au Directeur de la publication.

Photos de couverture :

Seisme au Sichuan © *Unité d'Instruc-
tion et d'Intervention de la Sécurité
Civile.*

Il y a 10 ans...

...naissait le Club des Anesthésistes Réanimateurs Militaires, le CARM, devenu entre-temps CARUM.

Le 25 septembre 1999, le président de la SFAR, Gery Boulard, mais aussi Marie-Claire Laxenaire et Pierre Carli, actuel président, nous avaient fait l'honneur d'être présents à notre première participation à la journée des clubs. C'était le 41^{ème} congrès de la SFAR.

La toute première communication du club, brillante, fut présentée à ma demande par Bruno Riou : « Pourquoi publier ? ». Alain Harf, chercheur et physiologiste réputé et attachant, désormais disparu, avait traité des subtilités de l'« Interprétation du rapport PaO₂/FiO₂ ». Et Michel Rüttimann, membre fondateur du club, nous avait entretenu des « Aspects actuels de l'anesthésie-réanimation lors des conflits armés », ouvrant la voie à une longue série de présentations de qualité dans le domaine de la médecine de guerre.

Le club entame avec confiance sa deuxième décennie : souhaitons que les plus jeunes d'entre nous n'hésitent pas à s'en emparer.

Georges Mion

The image shows the cover of the journal 'La lettre de Réanoxyo', issue 25-2. The cover is yellow and features a table of contents on the right side. The table of contents includes sections for 'Sommaire', 'Editoriaux', 'B Riou', 'A Harf', 'M Rüttimann', 'Mars 2009 - ENVENIMENTS GRAVES', 'Journée des clubs (SFAR 2009)', and 'Adresses'. The cover also lists the editorial board and the editorial committee.

SOMMAIRE

- Editorial

◆ La transfusion de sang total : Une thérapeutique validée et encadrée par des recommandations

- Médecine de guerre

- ◆ Le blessé des conflits actuels : épidémiologie des blessures de Guerre
- ◆ Les enjeux de la prise en charge des blessés des conflits actuels
- ◆ Transfusion de sang total en opération extérieure : Application au groupement médico-chirurgical de Kaboul
- ◆ Evaluation d'un nouveau cathéter pour perfusion intra-osseuse en OPEX
- ◆ Evolutions récentes des techniques de production d'oxygène dans les formations sanitaires de campagne.
- ◆ Rupture diaphragmatique traumatique responsable d'une hernie hépatique intrathoracique

- Médecine de catastrophe

- ◆ Pharmacologie anesthésique au service de l'humanitaire : « vieux produits », nouvelles missions
- ◆ Séisme au Sichuan : intégration d'urgentistes français au sein du dispositif hospitalier chinois et transmission du concept de médicalisation de l'avant

SFAR 2009 - Journée des Clubs

- ◆ Plaques d'identité et livrets médicaux réduits : l'information ABO-Rh est-elle disponible en OPEX ?
- ◆ Risque ophidien en Afghanistan.
- ◆ Traumatisés graves : effet d'un protocole de prise en charge sur le temps passé en salle d'accueil des urgences vitales.
- ◆ Perspectives de l'échographie doppler pour le médecin anesthésiste réanimateur militaire
- ◆ Médecine de l'avant et aéronautique militaire : une approche... si proche

Calendrier 2009-2010

La transfusion de sang total : Une thérapeutique validée et encadrée par des recommandations.

MC Sylvain Ausset¹, MC Eric Meaudre², MC Eric Kaiser², MC Anne Sailliol³.

1. Service d'anesthésie-réanimation. HIA Percy. 2. Service d'anesthésie-réanimation. HIA Sainte-Anne. 3. Centre de transfusion sanguine des armées « Jean Julliard », Clamart.

L'importance de la transfusion en chirurgie de guerre nous est quotidiennement rappelée par l'exemple des conflits actuels en Irak et en Afghanistan, puisque près du quart des blessés (civils ou militaires) pris en charge dans les formations médicales de l'US Army nécessitent une transfusion ^(1,2) massive (plus de 10 unités de produits sanguins) pour plus de 5% d'entre eux ^(2,3). Ces données concordent avec les statistiques françaises, puisque sur une série de 107 soldats blessés de 2002 à 2004, 15% ont été transfusés (de 10±6 poches en moyenne). Les urgences absolues représentaient 19% des blessés, avec un choc hémorragique dans 83% des cas ⁽⁴⁾.

L'article d'Alain Benois et al. qui, dans ce numéro de Réanoxyo, rapportent l'utilisation de sang total dans le cadre de la prise en charge d'un blessé de guerre isolé nécessitant une transfusion massive est donc totalement d'actualité et aborde plusieurs points cruciaux.

Le premier de ces points est l'usage du sang total pour une indication individuelle. Effectivement, s'il est aisé de concevoir qu'une collecte de sang total puisse être nécessaire en temps de guerre en cas d'épuisement des ressources de la banque de sang de la structure chirurgicale de l'avant, prendre la décision d'utiliser du sang total alors que les stocks de la banque en concentrés de globules rouges et plasma cryodesséché sécurisés ne sont pas épuisés relève d'une tout autre logique qui va à l'encontre des pratiques de temps de paix.

Ce type d'indication est pourtant justifié par une abondante littérature démontrant que **dans le cadre d'une transfusion massive**, le pronostic vital du blessé de guerre ^(3,5-7), mais aussi du polytraumatisé, est largement influencé par la stratégie transfusionnelle ⁽⁸⁻¹⁶⁾. Schématiquement, ces travaux – pour la plupart d'importantes études de cohorte – montrent que l'utilisation concomitante de facteurs de

coagulation (plasma, plaquettes, fibrinogène...) lors d'un apport massif en globules rouges, dans une proportion s'approchant de la composition du sang total, améliore significativement le pronostic vital des traumatisés graves.

Aussi, le récent rapport du comité consultatif du service de santé des armées recommande-t-il en opération extérieure, avec l'assentiment de nombreux experts civils (Direction Générale de la santé, comité national d'hémovigilance, académies de médecine et de chirurgie, Institut National de la Transfusion Sanguine, Etablissement Français du Sang) et militaires, de recourir à une collecte de sang total pour des **indications collectives** et logistiques (épuisement des réserves de la banque de sang locale) mais aussi pour des **indications individuelles** (transfusion massive et coagulopathie).

Le deuxième point crucial abordé par Benois et al. est l'importance du délai nécessaire à la réalisation d'un processus aussi complexe que celui de la convocation des donneurs, de leur sélection médicale, de leur prélèvement et de la qualification biologique des dons. Ce délai nécessaire – de l'ordre d'une heure pour une équipe entraînée – est déjà décrit dans

l'expérience américaine ⁽¹⁷⁾, de même que l'intérêt « d'amorcer la pompe » avec le personnel de la structure de soins. Par ailleurs, l'importance (et la nécessité) de ce délai a conduit les experts à distinguer les **indications de collecte** des **indications de transfusion de sang total**. Une transfusion de sang total pourra ainsi être anticipée en déclenchant très précocement une collecte sur les premières données médicales disponibles ⁽¹⁸⁻²⁴⁾. Une telle anticipation est le seul moyen de disposer de produits de coagulation, notamment de plaquettes, au moment opportun. Il est donc admissible d'interrompre une collecte (si l'état du patient s'améliore ou s'il décède) ou même de ne pas transfuser le sang total prélevé, si l'hémostase a pu être faite sans recourir au sang total.

Loin d'être un pis-aller en situation de crise, la transfusion de sang total est donc un instrument thérapeutique d'une importance capitale dans la prise en charge des blessés hémorragiques. Sa pratique est maintenant justifiée par plusieurs vastes études de cohorte et encadrée par des recommandations de bonne pratique du service de santé des armées, avec l'aval des instances françaises de régulation et de surveillance de la transfusion sanguine. ♦

RÉFÉRENCES

1. - Perkins JG, Schreiber MA, Wade CE and Holcomb JB. Early versus late recombinant factor VIIa in combat trauma patients requiring massive transfusion. J Trauma 2007;62:1095-9; discussion 1099-101
2. - Kauvar DS, Holcomb JB, Norris GC and Hess JR. Fresh whole blood transfusion: a controversial military practice. J Trauma 2006;61:181-4
3. - Borgman MAM, Spinella PCM, Perkins JGM, et al. The Ratio of Blood Products Transfused Affects Mortality in Patients Receiving Massive Transfusions at a Combat Support Hospital. J Trauma 2007;63:805-813
4. - Peytel E, Nau A, Mardelle V, Voiglio E and Petrognani R. Quoi de neuf en traumatologie de guerre? Reanoxyo 2006;18:8-9
5. - Stinger HK, Spinella PC, Perkins JG, et al. The ratio of fibrinogen to red cells transfused affects survival in casualties receiving massive transfusions at an army combat support hospital. J Trauma 2008;64:S79-85; discussion S85

6. - Spinella PCMD, Perkins JGMD, Grathwohl KWMD, et al. Effect of Plasma and Red Blood Cell Transfusions on Survival in Patients With Combat Related Traumatic Injuries. *Journal of Trauma-Injury Infection & Critical Care Advances in Combat Casualty Care: Clinical Outcomes from the War* 2008;64:S69-S78
7. - Niles SE, McLaughlin DF, Perkins JG, et al. Increased mortality associated with the early coagulopathy of trauma in combat casualties. *J Trauma* 2008;64:1459-63; discussion 1463-5
8. - 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;248:447-58
9. - Teixeira PG, Inaba K, Shulman I, et al. Impact of plasma transfusion in massively transfused trauma patients. *J Trauma* 2009;66:693-7
10. - Snyder CW, Weinberg JA, McGwin G, Jr., et al. The relationship of blood product ratio to mortality: survival benefit or survival bias? *J Trauma* 2009;66:358-62; discussion 362-4
11. - Cotton BA, Au BK, Nunez TC, Gunter OL, Robertson AM and Young PP. Predefined massive transfusion protocols are associated with a reduction in organ failure and postinjury complications. *J Trauma* 2009;66:41-8; discussion 48-9
12. - Sperry JL, Ochoa JB, Gunn SR, et al. An FFP:PRBC transfusion ratio $\geq 1:1.5$ is associated with a lower risk of mortality after massive transfusion. *J Trauma* 2008;65:986-93
13. - Maegele M, Lefering R, Paffrath T, Tjardes T, Simanski C and Bouillon B. Red-blood-cell to plasma ratios transfused during massive transfusion are associated with mortality in severe multiple injury: a retrospective analysis from the Trauma Registry of the Deutsche Gesellschaft für Unfallchirurgie. *Vox Sang* 2008;95:112-9
14. - Gunter OL, Jr., Au BK, Isbell JM, Mowery NT, Young PP and Cotton BA. Optimizing outcomes in damage control resuscitation: identifying blood product ratios associated with improved survival. *J Trauma* 2008;65:527-34
15. - Ho AMH, Karmakar MK and Dion PW. Are we giving enough coagulation factors during major trauma resuscitation? *The American Journal of Surgery* 2005;190:479-484
16. - Ho AM, Dion PW, Cheng CA, et al. A mathematical model for fresh frozen plasma transfusion strategies during major trauma resuscitation with ongoing hemorrhage. *Can J Surg* 2005;48:470-8
17. - Repine TB, Perkins JG, Kauvar DS and Blackborne L. The use of fresh whole blood in massive transfusion. *J Trauma* 2006;60: S59-69
18. - Nunez TC, Voskresensky IV, Dossett LA, Shinall R, Dutton WD and Cotton BA. Early prediction of massive transfusion in trauma: simple as ABC (assessment of blood consumption)? *J Trauma* 2009;66:346-52
19. - McLaughlin DFMD, Niles SEMDMPH, Salinas JP, et al. A Predictive Model for Massive Transfusion in Combat Casualty Patients. *Journal of Trauma-Injury Infection & Critical Care Advances in Combat Casualty Care: Clinical Outcomes from the War* 2008;64:S57-S63
20. - Cancio LCMD, Wade CEP, West SABSNC and Holcomb JBMC. Prediction of Mortality and of the Need for Massive Transfusion in Casualties Arriving at Combat Support Hospitals in Iraq. *Journal of Trauma-Injury Infection & Critical Care Advances in Combat Casualty Care: Clinical Outcomes from the War* 2008;64:S51-S56
21. - Schreiber MA, Perkins J, Kiraly L, Underwood S, Wade C and Holcomb JB. Early predictors of massive transfusion in combat casualties. *J Am Coll Surg* 2007;205:541-5
22. - Eastridge BJ, Malone D and Holcomb JB. Early predictors of transfusion and mortality after injury: a review of the data-based literature. *J Trauma* 2006;60:S20-5
23. - Dutton RP, Lefering R and Lynn M. Database predictors of transfusion and mortality. *J Trauma* 2006;60:S70-7
24. - Dutton RP, Carson JL. Indications for early red blood cell transfusion. *J Trauma* 2006;60:S35-40

Médecine de guerre

Le blessé des conflits actuels : épidémiologie des blessures de Guerre

MP Nicolas Donat, MC Patrick Clapson, MC Bruno Debien.
Service d'Anesthésie Réanimation, HIA Percy

Introduction

Depuis l'effondrement du bloc soviétique, les armées occidentales ont multiplié les opérations de maintien de la paix dans des conflits régionaux limités tels que les guerres civiles en Afrique (Tchad, Rwanda) ou les conflits de l'Ex-Yougoslavie. Les caractéristiques de la guerre ont changé, quittant le schéma d'affrontement entre deux armées régulières pour les actions de type guérilla dont le Vietnam fut pré-

curseur. Les conflits irakiens et afghans qui occupent l'actualité en sont les parfaits exemples. Ces conflits sont dits « asymétriques » c'est-à-dire menés par un « faible » contre un occupant fort, à l'aide d'actions terroristes, au prix de pertes collatérales importantes dans la population. Dans ces conflits asymétriques, les façons de combattre, les règles d'engagement sont considérablement différentes des conflits de référence (première et seconde guerres mondiales). Une nouvelle façon de

combattre impose une nouvelle façon de prendre en charge les blessés au combat. La connaissance de l'épidémiologie des blessures de guerre de ces conflits récents permet l'amélioration des moyens et techniques de prise en charge des blessés au front ^(1,2).

Nous détaillerons les caractéristiques des blessures de guerre en envisageant d'abord les conflits « classiques » du XX^{ème} siècle, puis les particularités des conflits récents, irakiens et afghans.

Des constantes :
taux de KIA et DOW stables
Des variations :
agents lésionnels, répartition, létalité
Un enjeu :
un recueil standardisé et
multinational des blessés au combat

I. Définitions

Des acceptations et définitions discordantes quant aux pertes d'une armée en campagne sont la principale source de confusion dans l'analyse de la littérature^(3,4). Nous retiendrons les définitions américaines du *Department of Defense* reprises par l'OTAN et les principales forces armées occidentales (Royaume-Uni, Canada, Israël...)⁽⁵⁾. L'attrition est l'usure de la force combattante subie par une armée en campagne. Par nature, tout conflit armé apporte son lot de blessés et de morts au combat, mais ceux-ci ne représentent qu'une partie de l'attrition subie par une armée. Il existe plusieurs causes d'attrition : causes médicales (maladies), psychiatriques, administratives, désertion, traumatologie accidentelle (hors faits de guerre) et enfin « pertes » par fait de guerre qui sont de différentes natures : morts, blessés ou prisonniers.

- Les blessés au combat sont appelés WIA pour *Wounded In Action*⁽³⁾. Il s'agit de l'ensemble des blessés en situation de combat admis dans une structure médicale. Il regroupe à la fois :

- les blessés qui vont mourir de leurs blessures malgré les soins, ou *Died of Wound* (DOW)
- les blessés qui vont survivre et être évacués
- les « éclopés », impliqués et blessés légers qui vont rejoindre leur unité après une indisponibilité de moins de 72 h. Ils sont appelés RTD pour *Return To Duty*

- *Died of Wound* : désigne les blessés décédés après prise en charge dans une structure médicale, quel que soit l'intervalle de temps entre la prise en charge et le décès. Il est exprimé en valeur absolue ou en pourcentage.

$$\text{Taux DOW} = n / (\text{WIA-RTD})$$

n : nombre de blessés décédés après prise en charge dans une structure médicale

Le taux DOW est un indicateur de la qualité et de l'efficacité des soins dispensés par la chaîne santé d'une armée⁽³⁾.

- Les morts au combat forment le groupe KIA pour *Killed In Action* qui regroupe l'ensemble des victimes décédées sur le champ de bataille ou au cours de leur évacuation avant d'être admises dans une structure médicale quelle qu'elle soit. Les KIA sont exprimés en valeur absolue ou en pourcentage.

$$\text{Taux KIA} = n / (\text{WIA-RTD}) + \text{KIA}$$

n : nombre de blessés décédés avant prise en charge dans une structure médicale

%	Pénétrant	Explosion	Blunt	Autre
Irak, Chambers, USMC, 2003 (13)	77	13	4	6
Irak, Brethauer, USMC, 2003 (12)	43	48	3	6

Tableau 1 : type des lésions constatées dans les rangs de la coalition, OIF1.

Le taux de KIA d'un conflit est le reflet de la capacité létale des armes employées, des capacités d'extraction et d'évacuation d'une chaîne santé, mais aussi de l'efficacité des stratégies de secourisme enseignées⁽³⁾.

2. Nature des blessures de Guerre

2.1 Agents lésionnels

A la différence de la traumatologie civile du temps de paix où les traumatismes fermés prédominent, l'analyse des derniers grands conflits du XX^{ème} siècle (deuxième guerre mondiale, Corée, Vietnam) met en évidence la prédominance des lésions pénétrantes (90 % des blessures de guerre)^(5,6). Le reste est représenté par les lésions de blast (primaire), les traumatismes fermés et les brûlures. Les armes automatiques individuelles et les blessures par fragments et éclats voient leur répartition varier en fonction du conflit⁽⁷⁾.

Ainsi, la part de blessés-brûlés-blastés est plus élevée dans le cas de conflits blindés ou d'engagements maritimes : 14 % des victimes britanniques au cours du conflit des Malouines étaient brûlées^(5,8,9). Les pertes occidentales lors des opérations de maintien de la paix en ex-Yougoslavie sont quant à elles en majorité liées à des plaies par arme à feu (sniper)^(10,11).

Concernant les conflits actuels, il s'agit de différencier la première partie de l'intervention américaine en Irak (phase d'invasion), de l'intervention en Afghanistan et de la deuxième partie de l'intervention en Irak (phase d'occupation).

La première partie de l'intervention américaine et britannique en Irak en avril 2003, appelée *Operation Iraqi Freedom 1* (OIF1), est une guerre d'invasion, de mouvement, avec un engagement de forces blindées et d'infanterie mécanisée. Elle est « dissymétrique », car menée par un « envahisseur » fort et conduite sur des cibles militaires en minimisant les pertes collatérales. Elle présente des caractéristiques similaires aux grands conflits du XX^{ème} siècle : mêmes agents vulnérants, avec une majorité de lésions pénétrantes par arme à feu, même épidémiologie des blessures et des décès. La série de données présentée par Brethauer doit néanmoins être interprétée avec précaution, la courte période de recueil (mars - avril 2003) et le faible effectif

pouvant biaiser la répartition des agents lésionnels⁽¹²⁾ (Tableau 1).

Après la défaite de l'armée irakienne, et la chute du régime baassiste, prend fin la phase d'invasion de l'*Operation Iraqi Freedom* (OIF1). Cette phase de guerre de mouvement fait place à une phase statique (OIF2) d'occupation et de pacification du territoire, où les forces de la coalition ont un engagement triple : action humanitaire, maintien de la paix, mais aussi guerre urbaine. Il n'existe pas de ligne de front constituée ; les pertes de la coalition sont dues à des embuscades et des attaques à l'explosif. Les caractéristiques du conflit sont celles d'un conflit de faible intensité : le contingent de la coalition exposé est élevé ; les pertes sont faibles mais continues.

Les caractéristiques du conflit irakien sont désormais superposables au conflit afghan (*Operation Enduring Freedom* ou OEF) où, depuis 2002, la coalition mène des opérations de maintien de la paix, de contre-insurrection et d'aide au développement du pays. Le profil des lésions rencontrées lors de OIF2 ou OEF est différent de la phase précédente. Cette modification est liée au type d'armes employées par les rebelles : engins explosifs, mines et tir de mortier, avec une prédominance nette des lésions par explosions⁽¹⁴⁾. Peake et al mettent en évidence que près de 70% des blessés américains sont actuellement victimes de lésions par explosion⁽¹⁵⁾.

Les IED ou *Improvised Explosive Devices* (Figure 1) sont des engins explosifs improvisés assemblés à partir d'explosifs bruts



Figure 1.

ou de munitions non explosées qui sont déclenchés par la victime ou à distance (rayon infrarouge, téléphone mobile). Ces engins sont responsables de lésions multiples par projection de fragments de

%	Arme à feu	Explosion	Blunt	Autre
Irak, Chambers, USMC, 2004-5 (18)	33	62	2	3
Irak, Ramasamy, UK, 2006 (19)	21	76	3	0
Irak, Brethauer, USMC, 2004-5 (12)	33	62	2	3

Tableau 2 : type des lésions constatées dans les rangs de la coalition, OIF2 et OEF.

	Blessures par patient
Irak, Brethauer, USMC, 2004-5 (12)	2,4
Irak, Ramasamy, UK, 2006 (19)	2,38
Afghanistan, Bilski, USMC, 2001 (22)	2

Tableau 3 : nombre moyen de blessures menaçant le pronostic vital par patient (OIF et OEF).

type polycrissage associées à des lésions d'amputation traumatique et de blast si la victime est proche de l'épicentre de l'explosion ⁽¹⁶⁾. Les IED représentent jusqu'à 56% des blessures dans les conflits actuels ^(16,17) (Tableau 2).

2.2. Nombre de lésions

La prédominance des lésions par fragments ou par armes automatiques individuelles explique la fréquence des lésions multiples. Ainsi, le *Wound Data and Munition Effectiveness Team* - groupe d'étude épidémiologique des blessures de guerre au Vietnam - retrouve une moyenne de 3,2 plaies chez les soldats morts au combat ⁽²⁰⁾. Actuellement, la nature des armes utilisées et les conditions d'engagement des forces de la coalition en Irak et en Afghanistan amènent également une recrudescence des

polyblessures : plaies balistiques multiples, le plus souvent par criblage après explosion de mines ou de bombes artisanales. L'association lésionnelle avec une brûlure n'est pas fréquente, grâce aux effets de protection individuelle et du fait de la nature des explosifs utilisés ⁽²¹⁾ (Tableau 3).

2.3. Répartition anatomique :

La répartition lésionnelle ne suit pas une distribution aléatoire, mais résulte des effets de la visée ennemie, des effets de protection balistique et du type d'arme. Ainsi, les membres et l'extrémité céphalique sont-ils actuellement les plus touchés. Le tableau suivant met en évidence la différence existant entre une répartition aléatoire indexée sur la surface corporelle et la répartition lésionnelle réellement observée lors des conflits 5 (Tableau 4).

Région anatomique	Répartition attendue (règle des 9), en %	Répartition constatée (2 ^{ème} Guerre Mondiale), en %
tête et cou	9	21
thorax	18	13
abdomen	19	11,5
membre sup	18	23,5
membre inf	36	35

Tableau 4 : différence de répartition lésionnelle entre une prévision pondérée par la surface corporelle et la réalité constatée lors de la deuxième guerre mondiale.

	Torse	Tête & cou	Membres	Abdomen & Périnée
Somalie, Mabry, RTF, 2000 (24)	28	43	7	14
Irak, Chambers, USMC, 2003 (13)(18)	10	12	64	8
Irak, Brethauer, USMC, 2003 (12)	5	16	66	10
Lakstein, israel, 2005 (25)	19	41,8	38,7	
Irak, Brethauer, USMC, 2004-5 (12)	5	18	67	8
Irak, Ramasamy, UK, 2006 (19)	6,3	21	67,8	4,9
Bilski, USMC, OEF, 2001(22)	8.5	34	53.6	3.6

Tableau 5 : répartition anatomique des blessures pour le conflit somalien, l'offensive israélienne au liban (2005), OIF et OEF.

Le port des effets de protection par les soldats de la coalition entraîne une sensible modification de la répartition lésionnelle par rapport aux conflits historiques. Ainsi, il existe une diminution de la fréquence des blessures intéressant le torse aux dépens des blessures des membres, en forte augmentation. La recrudescence des lésions de polycrissage des membres est associée à un fort contingent de syndromes compartimentaux (nécessitant des fasciotomies), de plaies souillées, et d'amputations ^(19,23). 16% des interventions chirurgicales à l'avant sont des amputations, 10% sont des fasciotomies pour OIF2 vs 4% et 6% pour OIF112 (Tableau 5).

On note l'importante différence avec la répartition des lésions des blessés de la bataille de Mogadiscio en 1993 ⁽²⁴⁾. Il s'agissait là d'un conflit urbain, aux distances d'engagement réduites, avec presque exclusivement des armes à feu individuelles et un gilet pare-balle de modèle antérieur, ne couvrant que partiellement le tronc. La distribution lésionnelle conditionne bien entendu la mortalité : deux tiers des morts au combat sont victimes de plaies céphaliques ou thoraciques, plus rares mais plus graves.

3. Distribution temporelle des décès

L'immense majorité des décès au combat (KIA + DOW) survient sur le champ de bataille. L'étude américaine WDMET, réalisée au Vietnam ^(5,20), met en évidence que 70% des soldats décédés meurent dans les cinq premières minutes de leur blessure, tandis que 20% meurent avant de recevoir les premiers soins médicaux. Le reste des décès constatés, soit environ 10%, survient au cours de la prise en charge dans les différents échelons de la chaîne santé. On retrouve ici des caractéristiques similaires à la traumatologie civile où les blessés meurent essentiellement dans les premières heures qui suivent l'accident, de choc hémorragique ou des conséquences d'un traumatisme crânien grave ⁽⁶⁾.

4. Délais d'évacuation

Compte tenu de la précocité des décès, le délai d'évacuation revêt une importance fondamentale, conditionnant en partie la mortalité sur le champ de bataille. Seul Brethauer communique le délai moyen d'évacuation des blessés. Pendant OIF1, il était de 30 minutes entre la survenue de la blessure et l'arrivée à une structure de rôle 2 ⁽¹²⁾. Ce délai remarquablement court ne s'applique cependant qu'aux blessés du corps des marines évacués vers une *Foward*

	Temps d'évacuation (min)
Irak, Brethauer, USMC, 2004-5 ⁽¹²⁾	59
Irak, Chambers, USMC, 2004-5 ⁽¹⁸⁾	60

Tableau 6 : délai d'évacuation comparés entre OIF1 et OIF2 des blessés en Irak.

	Patients traités	KIA rate (%)	DOW rate (%)
Somalie, Mabry, 2000 ⁽²⁴⁾	125	18,5	6,4
Irak, Chambers, USMC, 2003 ⁽¹³⁾	90	13,5	0,8
Irak, Brethauer, USMC, 2003 ⁽¹²⁾	338	13,5	0,88
Irak, Chambers, USMC, 2004-5 ⁽¹⁸⁾	579		3
Irak, Ramasamy, UK, 2006 ⁽¹⁹⁾	104	21	3,5
Irak, Brethauer, USMC, 2004-5 ⁽¹²⁾	895	20,2	5,5

Tableau 7 : taux de KIA et DOW comparés pour les conflits somaliens, OIF1, OIF2 et OEF.

Surgical Team (FST), structure comparable à une antenne chirurgicale française. Les délais d'évacuation pour le reste de l'armée américaine, ne disposant pas de ces FST, ne sont pas connus pour cette période.

Actuellement en Irak, par rapport à la phase d'invasion, ce délai d'évacuation est doublé. Il reste cependant court, avec une moyenne de 60 minutes entre la blessure et l'accès à une formation sanitaire de rôle 2 ⁽¹²⁾. L'allongement des délais d'évacuation est lié à la répartition du dispositif santé américain : à une guerre de mouvement où les formations de rôles 2 suivaient quasi quotidiennement l'avancée du front, a succédé une phase statique où ces formations sont stationnées non plus au contact immédiat du front mais auprès des bases principales. Ces courts délais d'évacuation sont à mettre au crédit d'un soutien logistique sanitaire de premier ordre dans l'armée américaine, avec une flotte d'hélicoptères dédiés à l'évacuation sanitaire ⁽²⁶⁾ (Figure 2).

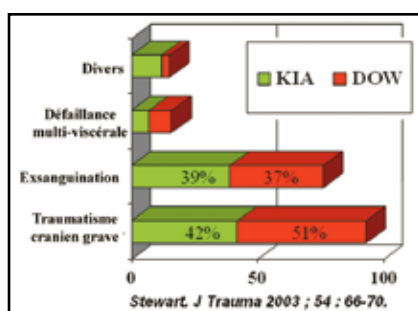
En Afghanistan, l'éparpillement des forces, la nature accidentée du terrain et les conditions météorologiques altèrent l'efficacité du vecteur aérien et amènent une plus grande variabilité du délai d'évacuation (Tableau 6).

Figure 2. MEDEVAC training. Des soldats de l'U.S. Army s'entraînent en Irak. photo U.S. Army du sergent Travis Zielinski.



5. KIA et DOW (Fig. 3)

L'évolution du taux de KIA est resté stable au cours des conflits du XX^{ème} siècle, autour de 20%. On ne note pas de baisse drastique malgré l'amélioration des moyens et des connaissances médicales ⁽²⁷⁾. A contrario,



il existe une indéniablement amélioration du pourcentage DOW sur la première partie du XX^{ème} siècle. Cette amélioration est rattachée à l'amélioration de la chaîne santé (effectifs, moyens d'évacuation, doctrine), mais également au progrès des connaissances et des techniques médicales, avec l'arrivée de l'antibiothérapie et de l'anesthésie. Les conflits d'après la seconde guerre mondiale voient leurs taux DOW stagner autour de 4% ^(3,5,27).

Concernant les conflits iraquien et afghan, malgré cinq années de conflit et de nombreuses publications, les données épidémiologiques restent incomplètes. Le Département Of Defense (DOD) américain communique en données brutes et les taux de KIA, WIA, et DOW sont extrapolés sans connaître précisément les contingents impliqués. Plusieurs raisons expliquent ce manque d'information : il s'agit bien sûr d'informations sensibles pouvant aussi bien influencer l'opinion publique que renseigner l'ennemi sur l'efficacité de ses opérations. Par ailleurs, seule l'armée américaine bénéficie d'un fichier intégré

de recueil de la traumatologie de guerre. Ce fichier, appelé JTTR pour *Joint Theater Trauma Register*, a été mis en place au début du second conflit iraquien. Il est sans équivalent dans les autres armées occidentales. Le tableau 7 se base sur les publications médicales des retours d'expérience des formations de rôle 2 (FST) ou 3 () et sur les données brutes communiquées par le DOD (liste de victimes) ⁽²⁸⁾. Notons qu'il existe peu ou pas de données sur les autres contingents de la coalition ⁽¹⁹⁾ (Tableau 7).

OIF1 fut caractérisée par une amélioration spectaculaire des taux de DOW et de KIA (1% et 14% respectivement).

Actuellement, les niveaux de KIA (20%) et de DOW (3-6%) s'éloignent de ces chiffres et rejoignent ceux des derniers conflits du XX^{ème} siècle. Certains auteurs expliquent cette « contre-performance » par l'intensité des engagements et par une capacité létale accrue des armes employées par les insurgés, au premier rang desquelles vient la généralisation des IED ^(12,14,17).

6. Armée française

A ce jour, l'armée française déplore 25 morts au cours des opérations en Afghanistan, le taux de KIA, WIA et DOW n'est pas communiqué. Il n'existe pas de données épidémiologiques publiées dans la littérature médicale.

Conclusion

L'analyse de données épidémiologiques des conflits Afghan et Irakien montre qu'il existe sur ces théâtres d'opération une nouvelle façon de combattre, mais aussi une nouvelle façon de mourir.

Les agents lésionnels responsables des blessures ont changé, leur capacité létale également. Les IED font désormais plus de victimes que les fusils d'assaut, le polyblessé – polycrêlé - amputé a pris la place du blessé – brûlé - blasté. La répartition des lésions s'est également modifiée avec la généralisation des effets de protection. Malgré l'avancée des connaissances médicales, l'amélioration des moyens sanitaires et de la formation des acteurs, les taux de KIA et DOW restent constants et comparables à ceux des conflits précédents. Ce relatif échec dans l'amélioration de la survie du combattant blessé doit encourager les services de santé à analyser les causes des décès au combat ainsi que les moyens de les éviter.

L'imprécision et le caractère parcellaire des données, notamment françaises, plaident en faveur d'un recueil standardisé multinational de la traumatologie de guerre. ♦

Références :

1. McManus JG, Eastridge BJ, DeWitte M, Greydanus DJ, Rice J, Holcomb JB. Combat trauma training for current casualty care. *J Trauma*. 2007 ;62(6 Suppl):S13.
2. McManus JG, Eastridge BJ, Wade CE, Holcomb JB. Hemorrhage control research on today's battlefield: lessons applied. *J Trauma*. 2007;62(6 Suppl):S14.
3. Holcomb JB, Stansbury LG, Champion HR, Wade C, Bellamy RF. Understanding combat casualty care statistics. *J Trauma*. 2006;60:397-401.
4. Bellamy RF. Why is Marine combat mortality less than that of the Army? *Mil Med*. 2000;165:362-7.
5. Bellamy RF. Combat Trauma Overview. In: Bellamy RF, editor. *Textbook of Military Medicine*. Washington DC.: Borden Institute; 1995.
6. Sauaia A, Moore FA, Moore EE, Moser KS, Brennan R, Read RA, et al. Epidemiology of trauma deaths: a reassessment. *J Trauma*. 1995;38:185-93.
7. Bellamy RF, Zajtcuk R. The weapons of conventional land warfare. In: Zajtcuk R, Jenkins D, Bellamy RF, editors. *Conventional Warfare: Ballistic, Blast, and Burn Injuries* Washington, DC: Department of the Army, Office of the Surgeon General, Borden Institute; 1991. p. 1-52.
8. Davidson JT, Cotev S. Anesthesia in the Yom Kippur war. *Ann R Coll Surg Engl*. 1975 Jun;56(6):304-11.
9. Bellamy RF, Zajtcuk R. Assessing the effectiveness of conventional weapons. In: Zajtcuk R, Jenkins DJ, Bellamy RF, editors. *Conventional Warfare: Ballistic, Blast, and Burn Injuries*. Washington, DC: Department of the Army, Office of the Surgeon General, Borden Institute; 1991. p. 53-82.
10. Escarment J, Andreu JM, Puidupin A. [Anesthesia-resuscitation in war situations. A propos of 43 cases]. *Chirurgie*. 1997;122:207-11.
11. VanRooyen MJ, Sloan EP, Radvany AE, Peric T, Kulis B, Tabak V. The incidence and outcome of penetrating and blunt trauma in central Bosnia: the Nova Bila Hospital for War Wounded. *J Trauma*. 1995;38:863-6.
12. Brethauer SA, Chao A, Chambers LW, Green DJ, Brown C, Rhee P, et al. Invasion vs insurgency: US Navy/Marine Corps forward surgical care during Operation Iraqi Freedom. *Arch Surg*. 2008;143:564-9.
13. Chambers LW, Rhee P, Baker BC, Perciballi J, Cubano M, Compeggie M, et al. Initial experience of US Marine Corps forward resuscitative surgical system during Operation Iraqi Freedom. *Arch Surg*. 2005;140:26-32.
14. Holcomb JB, McMullin NR, Pearse L, Caruso J, Wade CE, Oetjen-Gerdes L, et al. Causes of death in U.S. Special Operations Forces in the global war on terrorism: 2001-2004. *Ann Surg*. 2007;245:986-91.
15. Peake JB. Beyond the purple heart--continuity of care for the wounded in Iraq. *N Engl J Med* 2005;352:219-22.
16. Ramasamy A, Harrison SE, Clasper JC, Stewart MP. Injuries from roadside improvised explosive devices. *J Trauma*. 2008;65:910-4.
17. Kelly JFMD, Ritenour AEMD, McLaughlin DFMD, Bagg KAMS, Apodaca ANMS, Mallak CTMD, et al. Injury Severity and Causes of Death From Operation Iraqi Freedom and Operation Enduring Freedom: 2003-2004 Versus 2006. *Journal of Trauma-Injury Infection & Critical Care Advances in Combat Casualty Care: Clinical Outcomes from the War*. 2008;64:S21-S7.
18. Chambers LW, Green DJ, Gillingham BL, Sample K, Rhee P, Brown C, et al. The experience of the US Marine Corps' Surgical Shock Trauma Platoon with 417 operative combat casualties during a 12 month period of operation Iraqi Freedom. *J Trauma*. 2006;60:1155-61; discussion 61-4.
19. Ramasamy A, Harrison S, Lasrado I, Stewart MP. A review of casualties during the Iraqi insurgency 2006-A British field hospital experience. *Injury* 2009;40:493-7.
20. The Wound Data and Munitions Effectiveness Team (WDMET). The WDMET Study. 1970. Original data are in the possession of the Uniformed Services University of the Health Sciences, Bethesda, MD 20814-4799. Three summary volumes contain extensive abstracts of the statistical data and can be obtained from Defense Documentation Center, Cameron Station, Alexandria, VA 22304-6145.
21. Hedman TLPTDPTOCS, Renz EMMDF, Richard RLMSPT, Quick CDOTRL, Dewey WSPTCHTOCS, Barillo DJMDF, et al. Incidence and Severity of Combat Hand Burns After All Army Activity Message. *Journal of Trauma-Injury Infection & Critical Care Advances in Combat Casualty Care: Clinical Outcomes from the War*. 2008;64:S169-S73.
22. Bilski TR, Baker BC, Grove JR, Hinks RP, Harrison MJ, Sabra JP, et al. Battlefield casualties treated at Camp Rhino, Afghanistan: lessons learned. *J Trauma*. 2003;54:814-21.
23. Beekley AC, Watts DM. Combat trauma experience with the United States Army 102nd Forward Surgical Team in Afghanistan. *Am J Surg*. 2004;187:652-4.
24. Mabry RL, Holcomb JB, Baker AM, Cloonan CC, Uhorchak JM, Perkins DE, et al. United States Army Rangers in Somalia: an analysis of combat casualties on an urban battlefield. *J Trauma*. 2000;49:515-28; discussion 28-9.
25. Lakstein D, Blumenfeld A. Israeli Army casualties in the second Palestinian uprising. *Mil Med*. 2005 May;170:427-30.
26. Pruitt BAJMDF. The Symbiosis of Combat Casualty Care and Civilian Trauma Care: 1914-2007. *Journal of Trauma-Injury Infection & Critical Care Advances in Combat Casualty Care: Clinical Outcomes from the War*. 2008;64:S4-S8.
27. Champion HR, Bellamy RF, Roberts CP, Leppaniemi A. A profile of combat injury. *J Trauma*. 2003;54(5 Suppl):S13-9.
28. iCasualties. 2001 [updated 2001; cited 2009 01/01/2009]; Available from: www.icasualties.org.

Les enjeux de la prise en charge des blessés des conflits actuels

MC Jean-Yves Martinez¹, MC Marc Puidupin¹, MC Précloux¹, F Klack¹, MDA Jean Turc¹, MG J Escarment²

1. Département anesthésie-réanimation-urgences-CITERA, 2. Médecin-chef, HIA Desgenettes, 108 bd Pinel, 69275 Lyon Cedex 03.

La prise en charge des blessés de guerre repose sur la médicalisation au plus près du lieu de la blessure, la chirurgie d'hémostase ultra précoce et les évacuations sanitaires rapides vers les hôpitaux de métropole. Tout récemment en Afghanistan, la prise en charge des blessés français a souligné la difficulté de la médicalisation initiale et recentré les enjeux sur la survie immédiate des blessés en détresse vitale et sur le rôle capital du premier échelon des secours.

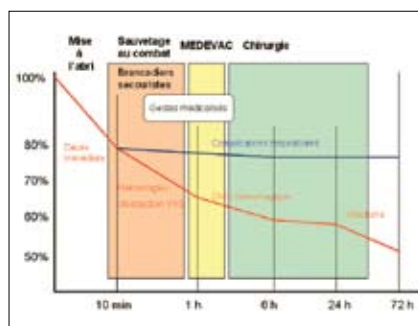
1. Le Service de santé à l'épreuve des conflits actuels

La menace d'un conflit armé à grande échelle s'est éloignée, sans toutefois écarter la possibilité de pertes humaines massives par le fait d'armes non conventionnelles, qui sont exclues de cette présentation. Les forces armées françaises participent dans un cadre multinational à des missions variant de la coercition au maintien de la paix. La guerre « asymétrique », sans véritable front, se caractérise par des actions de type guérilla, qui rendent difficile le soutien médical de chaque combattant. Pourtant, le service de santé doit apporter à chaque blessé le niveau de soins le plus proche de celui de notre système de santé en métropole.

Quelles sont les leçons du champ de bataille ? La répartition des blessés est souvent trimodale : ceux qui meurent quoi que l'on fasse (1/5), une majorité de blessés sans gravité (3/5) et ceux, en détresse vitale, qui survivent grâce à une prise en charge agressive (1/5). L'analyse des causes de décès pendant la guerre du Vietnam a permis de définir la notion de morts évitables : ce fut le point de départ des efforts de recherche et de formation pour la prise en charge moderne des blessés de guerre⁽¹⁾. Toutes lésions confondues, 90% des morts au combat décèdent au cours de la première heure (*Golden Hour*) et les exsanguinations par délabrement des membres sont la première cause de décès⁽²⁾. Les hémorragies artérielles compressibles sont l'archétype des morts évitables, si une action « réflexe » est entreprise par le blessé lui-même, ou par un camarade de combat, dans les toutes premières minutes (*Platinum Ten Minutes*).

La figure 1 représente la courbe de survie des blessés de guerre qui présentent un traumatisme pénétrant : si 20% des

décès sont instantanés et inévitables, au contraire 15 à 20% des décès précoces sont encore évitables.



Toujours selon les mêmes sources, au Vietnam, 60 % des décès évitables étaient dus à des amputations traumatiques des membres, 33% à des pneumothorax compressifs et 6% à des obstructions des voies aériennes⁽¹⁾. Plus récemment en Irak et en Afghanistan, les données d'autopsies montrent encore que 33% des hémorragies des membres auraient pu être contrôlées par un garrot, et que 10 à 15% des décès par obstruction des voies aériennes auraient pu être évités⁽³⁾.

Entre ces deux périodes, la mortalité des blessés américains a été réduite de 24 à 10%⁽⁴⁾. On peut voir dans ce progrès important la conjonction d'au moins trois évolutions. Premièrement le port des effets de protection individuels a réduit le pourcentage des lésions de la tête et du tronc, le plus souvent létales, au profit des lésions des membres qui représentent désormais 60 à 70% des lésions et qui sont en majorité des causes de décès évitables⁽⁵⁾. Deuxièmement, les principes de *damage control resuscitation*⁽⁶⁾, notamment la réanimation hypotensive et la réduction des délais d'évacuation pour une chirurgie ultra précoce, ont amélioré la survie dans le cas des hémorragies non contrôlables par un garrot et non compressibles. Troisièmement, la formation

des personnels paramédicaux américains s'est structurée autour d'une nouvelle doctrine de prise en charge des blessés de guerre appelée *Tactical Combat Casualty Care* (T3C), validée comme enseignement complémentaire du *Pre Hospital Trauma Life Support* (PHTLS).

Le T3C est adapté aux contraintes des combats, au cours desquels l'extraction des blessés et leur prise en charge par un médecin peuvent être impossibles pendant plusieurs heures. Le cas des soldats américains au cours des combats urbains somaliens en 1993 illustre ces difficultés d'accès aux blessés⁽⁷⁾. En l'absence de médecin sur place, le « sauvetage au combat » est assuré par les combattants eux-mêmes (sauvetage au combat de 1er niveau), les brancardiers secouristes (sauvetage au combat de 2^{ème} niveau), et les infirmiers. Tous appliquent les principes du T3C avec pour objectif d'éviter les morts indues. Ce premier maillon de la chaîne de survie est difficile à mettre en œuvre parce qu'il impose à des personnels qui ne sont pas médecins de réaliser simultanément des gestes d'urgence et des choix adaptés au contexte tactique⁽⁸⁾. Des versions inspirées du T3C ont été adoptées par les armées israélienne, britannique et canadienne. Une autre version s'adresse spécifiquement aux paramédicaux des forces spéciales à qui une autonomie encore plus importante est demandée⁽⁹⁾.

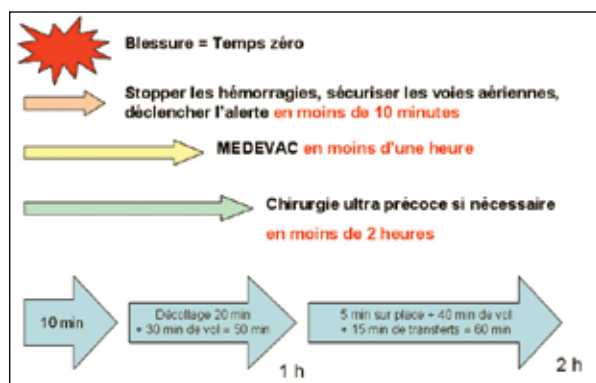
2. Les enjeux de l'échelon pré-hospitalier

Selon la dénomination de l'OTAN, la phase pré-hospitalière est appelée niveau I. Elle débute au moment de la blessure et se termine à la porte de l'échelon chirurgical. Trois enjeux essentiels sont identifiés : rapidité des évacuations primaires, précocité et délégation des gestes de médecine d'urgence, formation spécifique au sauvetage au combat⁽¹⁰⁾.

2.1. Rapidité des évacuations primaires

La rapidité des évacuations primaires, dites « tactiques » (MEDEVAC) est déterminante. Les procédures de l'OTAN les plus récentes fixent des objectifs de temps en trois phases à partir du moment de la blessure :

- moins de dix minutes pour arrêter les hémorragies accessibles au garrot ou compressibles, sécuriser les voies aériennes et déclencher l'alerte
- moins d'une heure pour une évacuation médicalisée après avoir extrait et regroupé les blessés hors de la zone des combats
- moins de deux heures pour la chirurgie d'hémostase (figure 2).



Pour l'OTAN, les évacuations dites médicalisées peuvent être réalisées par un infirmier appliquant des protocoles de prise en charge médicale. Le nombre et l'implantation des moyens MEDEVAC et des formations chirurgicales mobiles dépendent étroitement de ces impératifs horaires qui restent difficiles à tenir partout.

Les moyens modernes de géolocalisation des blessés et de communication participent au raccourcissement des délais d'évacuation. Avec la numérisation du champ de bataille, un projet français de régulation médicale appelé CORTIM est en cours de développement.

2.2. Précocité et délégation des gestes d'urgence

Les gestes d'urgence susceptibles d'augmenter la survie immédiate doivent être délégués aux opérateurs du sauvetage au combat pour ne pas être différés. La pose de garrots artériels est certainement le geste qui sauve le plus de vies et le bénéficie attendu sur la réduction de mortalité est supérieur au risque de lésions ischémiques ⁽¹¹⁾. L'utilisation des garrots modernes de type « tourniquets » ne majore pas le risque d'amputation ni d'incapacité définitive ⁽¹²⁾. Ils ont été conçus pour être mis en place précocement, d'une seule main, y compris

par le blessé lui-même ⁽¹³⁾. Le garrot doit être mis en place le plus tôt possible car l'hypotension artérielle au moment de la pose du garrot est un facteur indépendant de mauvais pronostic. C'est la notion de « garrot tactique », mis sous le feu (*care under fire*), qui sera systématiquement réévalué en zone sécurisée (*tactical field care*). Il sera maintenu dans les cas d'amputation traumatique, de pouls radial non perceptible, de troubles de conscience, de pose supérieure à six heures ou de délai d'évacuation très bref inférieur à 45 minutes. Sinon, le garrot sera desserré après l'application d'un pansement compressif hémostatique, mais laissé en place, prêt à être resserré en cas de reprise d'une hémorragie artérielle.

Les pansements hémostatiques à base de chitosan de la gamme HemCon™ (HemCon Inc., Portland, USA) agissent par adhérence mucotissulaire. La poudre de zéolite QuikClot™ (Z-Medica, Wallingford, USA) concentre les plaquettes les hématies et les facteurs de coagulation par absorption des molécules d'eau. En situation de

combat, les pansements HemCon™ ont stoppé 97% des hémorragies, y compris sur des lésions artérielles et après échec du pansement compressif classique ⁽¹⁴⁾. Avec le QuikClot™, produisant une réaction exothermique, des lésions de brûlure ont été rapportées ⁽¹⁵⁾. Une nouvelle version, choisie par l'armée française, le QuikClot™ ACS+, a résolu ce problème. Des pansements de nouvelle génération sont disponibles, notamment Celox™ (SAM Medical, Newport, USA) sous forme de granules de chitosan, et WoundStat™ (North American Rescue Inc, Greenville, USA), sous forme d'une poudre dispersible, proposé en cas d'échec d'un premier pansement hémostatique. Expérimentalement sur une section d'artère fémorale, aucune reprise de saignement ne s'est produite après cinq minutes d'application du pansement Celox™, contrairement aux pansements de première génération ⁽¹⁶⁾.

La perfusion intraosseuse est une alternative à l'abord veineux difficile. Le T3C recommande le dispositif sternal Pyng FAST-I™ (Richmond, British Columbia, Canada), mais le port du gilet de protection peut rendre difficile l'abord du sternum. Les sites d'insertion alternatifs sont l'extrémité supérieure du tibia, la plus accessible, ou à défaut la tête humérale dont l'abord est plus profond. D'autres modèles sont dispo-

nibles, le trocart de Jamshidi, le Bone Injection Gun™ (Waismed Ltd, New York, USA), les trocards EZ-IO™ manuels (Vidacare, San Antonio, USA) avec leur kit de fixation. Dans l'ensemble, l'insertion manuelle a un taux de réussite moindre que l'insertion semi-automatique avec une perceuse (80% vs 98%) ⁽¹⁷⁾. Les protocoles de réanimation hypotensive à faible volume, impliquant l'association de vasoconstricteurs, sont la règle, avec pour objectif le maintien d'un pouls radial perceptible.

L'exsufflation d'un pneumothorax compressif à l'aiguille est controversée dans la pratique préhospitalière civile. Le T3C la recommande, au regard du nombre de décès évitables en cas de traumatisme thoracique avec détresse respiratoire malgré la liberté des voies aériennes. La distance moyenne peau - espace pleural, dans la population des militaires américains participant aux conflits, a été mesurée à 5,3 cm pour l'abord médio-claviculaire. Une aiguille de 8 cm est recommandée ⁽¹⁸⁾. L'abord axillaire est une alternative, notamment chez le blessé portant un gilet pare-balle. Pour les thorax soufflants, il existe des pansements avec valve unidirectionnelle.

L'abord des voies aériennes en l'absence de médecin est un autre sujet de controverses. L'intubation trachéale avec induction anesthésique à séquence rapide nécessite un entraînement régulier et reste une technique de la compétence d'un médecin ou d'un infirmier anesthésiste. Au combat, la plupart des blessés qui nécessitent un abord sécurisé des voies aériennes avant évacuation sont ceux qui présentent des lésions anatomiques obstruant la filière laryngée. Dans ce cas, l'abord direct de la trachée à travers la membrane crico-thyroïdienne devient la méthode de référence. Les techniques avec crico-thyroïdotomie au bistouri ou au ciseau (*Cricothyrotomy scissors*, Karl Storz, Tuttlingen, Germany) sont préférables aux techniques percutanées de type Quicktrach™ (VBM Medizintechnik, Sulz, Germany) ou sur guide selon la technique de Seldinger. Sur cadavre, exécutées par des opérateurs novices, les techniques de crico-thyroïdotomie ont un meilleur taux de succès (94 à 100%) que les techniques percutanées avec moins de complications ⁽¹⁹⁾.

Last but not least, la prévention de l'hypothermie, facteur indépendant de mortalité, fait appel à des modèles de couvertures isolantes double couche de type *Blizzard Survival Blanket™* (Blizzard ProtectionSystems Ltd, Bethesda, UK) voire chauffantes, de type *Ready-Heat Blanket™* (TechTrade LLC, New York, USA).

Quels gestes d'urgence sont effectivement réalisés à l'échelon pré-hospitalier ? Selon un registre canadien incluant 134 blessés en quatre mois en Afghanistan, les garrots étaient correctement utilisés, tandis que les exsufflations de thorax étaient toutes réalisées trop médialement, plus de 2 centimètres en dedans de la ligne médioclaviculaire (20). Un autre registre incluant 6875 blessés en 26 mois en Irak a collecté un grand nombre de procédures préhospitalières d'abord des voies aériennes (21) : celles-ci étaient réalisées par un médecin le plus souvent (60% des cas), un combat medic (9,6%) ou un infirmier anesthésiste (8,5%), l'opérateur restant non identifié dans 21,5% des cas. Il s'agissait principalement d'une intubation trachéale (86,3% des cas), d'un combitube (7,2%) ou d'une crico-thyroidotomie (5,8%). Les combat medics réalisaient 23,5% des crico-thyroidotomies. Toutes procédures confondues, le taux de réussite s'élevait à 90% (97% pour les médecins), avec un taux de complications de 14,3% (3,1% pour les médecins). La moitié des échecs de combitubes devaient être suivis d'une crico-thyroidotomie, ce qui incite à les proscrire. Les médecins spécialistes de l'urgence sont irremplaçables, sinon sur les lieux des combats, au moins très rapidement dans les équipes MEDEVAC ou au sein d'équipes médicales mobiles (*Shock Trauma Platoons*). Il en résulte une augmentation de 44% de la survie des blessés (22).

2.3. Formation spécifique au sauvetage au combat

Dans l'armée américaine, les brancardiers secouristes, appelés *combat medics*, reçoivent une formation initiale de seize semaines pour être capables d'appliquer les principes du T3C (23). Ils suivent, comme les médecins, un recyclage obligatoire au cours des six mois précédant chaque mission (24).

Dans l'armée française, une formation spécifique est mise en œuvre par les Centres d'Instruction aux Techniques Élémentaires de Réanimation de l'Avant (CITERA) de Bordeaux, Brest, Lyon, Metz et Toulon au profit des personnels de santé partant en opérations extérieures.

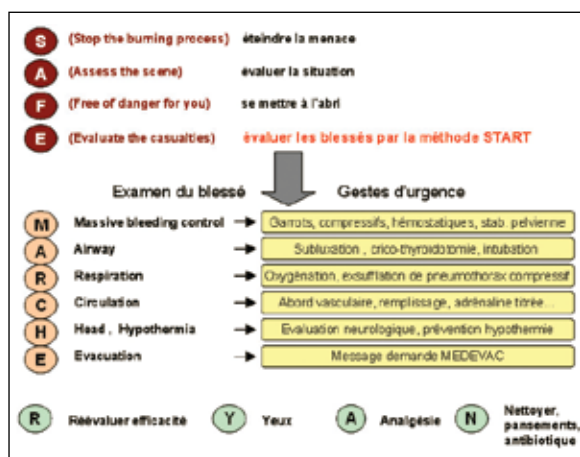
Le CITERA de Lyon forme depuis 2 ans 1/2 les personnels santé qui rejoignent les équipes de liaison et d'encadrement de l'armée afghane (OMLT). Les stages, d'une semaine, font appel aux méthodes pédagogiques actuelles : alternance de cours didactiques et d'ateliers pratiques (mise en place de garrots, exsufflation de pneumothorax, perfusion intraosseuse, crico-thyroidotomie). L'abord veineux périphérique et l'abord des voies aériennes est

enseigné au bloc opératoire. Des exercices de restitution, en équipe, à la fin de chaque journée, font appel à la simulation sur mannequins ou blessés grimés.

Les stages sont complétés par des retours d'expérience, une session interactive sur les troubles psychiques au combat et, au mieux à distance, par un exercice en situation opérationnelle sur le terrain.

Une méthode simple et reproductible de prise en charge des blessés de guerre est enseignée. Elle s'inspire des principes du T3C et de la démarche START pour le premier examen de triage (*Simple Triage And Rapid Treatment*). Elle utilise les acronymes SAFE, MARCHÉ et RYAN, dans lesquels chaque lettre correspond à un groupe d'actions (Fig. 3).

Cette méthode est efficace pour au moins



deux raisons : d'une part, l'examen du blessé et les actions sont effectués simultanément, hiérarchisés selon les causes de décès évitables, d'autre part, les infirmiers et les brancardiers-secouristes sont formés pour agir en l'absence de médecin.

En France, la formation au secourisme de combat de 1^{er} niveau (combattant) et de 2^{ème} niveau (brancardier-secouriste) est en train d'être formalisée. Les CITERA des hôpitaux militaires doivent former les instructeurs, médecins et infirmiers (3^{ème} niveau). Un sixième CITERA doit être créé à Paris.

3. Les enjeux de l'échelon chirurgical sur le théâtre des conflits

Les formations chirurgicales mobiles rapidement déployées constituent le niveau II de l'OTAN. Elles appliquent les procédures de chirurgie écourtée qui répondent aux principes de damage control surgery. Les antennes chirurgicales françaises peuvent être aéroportées. Le système de santé US a évolué vers plus de mobilité en déployant

en Irak et en Afghanistan les *Forward Surgical Teams* (FSTs) et *Forward Resuscitative Surgical Systems* (FRSSs) (25). Leur autonomie opératoire est limitée à 48-72 heures. Les formations de niveau III tels que les *Combat Support Hospitals* américains ou les hôpitaux médico-chirurgicaux français disposent de moyens d'imagerie tomomodernométrique et activent plusieurs chantiers opératoires simultanément. La présence d'unités de soins intensifs dirigées par des médecins réanimateurs améliore le pronostic des patients (26).

L'enjeu principal pour les équipes chirurgicales de niveau II et III est de gérer au mieux les ressources rapidement épuisables, notamment la banque de sang.

La stratégie transfusionnelle est un élément déterminant.

Les produits sanguins labiles dont disposent les équipes françaises sont les concentrés de globules rouges (CGR) et les plasmas cryodesséchés sécurisés déleucocytés, équivalents thérapeutiques du plasma frais congelé, produits par le Centre de transfusion sanguine des armées. Des concentrés de facteur VII activé (Novoseven®) et de fibrinogène peuvent être disponibles.

Le recours à la transfusion de sang total

à partir de donateurs volontaires est, sur place, le seul moyen d'apporter des plaquettes et l'ensemble des facteurs de coagulation, avec une efficacité remarquable sur la coagulopathie du traumatisé. Cette pratique transfusionnelle a un cadre réglementaire en mission extérieure et correspond à une stratégie réfléchie. Sa mise en œuvre est déclenchée précocement, sans attendre une pénurie de la banque de sang, dans les situations à risque de transfusion massive telles que l'association d'un traumatisme pénétrant avec hémoglobinémie < 11 g.dl⁻¹ et INR > 1,5 (27), ou l'association d'une instabilité hémodynamique avec hémocrite inférieur à 0,32 et acidose avec un pH inférieur à 7,25 (28). Le contexte clinique importe davantage que les scores prédictifs de transfusion massive et il ne faut pas attendre des résultats biologiques toujours parcellaires : les difficultés d'hémostase avec saignement microvasculaire dans le champ opératoire, témoignant de la coagulopathie, sont une indication de transfusion de sang total. Les résultats préliminaires d'une étude rétrospective portant sur 500 blessés de guerre transfusés massivement montrent

que la quantité de sang total transfusée est un facteur indépendant de survie à 48 heures et à 30 jours, alors que le nombre de CGR de banque transfusés est un facteur indépendant de mortalité⁽²⁹⁾. Pour les dons de sang total, la maîtrise du risque viral passe par une présélection des donneurs avant le départ en mission et par un test VIH sur le sang prélevé.

La place du facteur VII activé recombinant (rFVIIa) dans le contexte de la traumatologie de guerre reste à définir. Outre l'épargne transfusionnelle largement décrite, une seule étude

rétrospective a montré une réduction significative de la mortalité, persistant à un mois, mais dans le groupe Novoseven® les blessés avaient également reçu d'autres facteurs de coagulation et en plus grande quantité⁽³⁰⁾. La tendance est à une utilisation précoce, avant le huitième CGR. La posologie adéquate et le risque d'accidents thrombotiques restent à préciser.

4. Les enjeux des évacuations sanitaires hors du théâtre des conflits

Le *damage control* suppose une réintervention chirurgicale dans un délai de 48 à 72 heures. Les évacuations sanitaires secondaires dites « stratégiques » vers les hôpitaux militaires du pays d'origine (ni-



Figure 4.

veau IV) répondent à cet objectif thérapeutique, permettent d'éviter l'accumulation des blessés opérés dans les formations chirurgicales de l'avant et ont un effet favorable sur l'état psychologique des combattants. La rapidité de mise en oeuvre et la continuité des soins de réanimation en vol caractérisent les évacuations sanitaires individuelles ou collectives modernes.

La durée moyenne de séjour sur le théâtre des conflits avant évacuation est en constante diminution, de 45 jours pour les blessés de la guerre du Vietnam, à 36 heures actuellement en Irak. La France dispose d'avions à long rayon d'action, des Falcon 50 et 900 pour un ou deux blessés et, depuis 2006, des Boeing KC 135 ravitailleurs en version sanitaire modulaire « MORPHEE » (Fig. 4, image M. Puidupin)

de deux types : six Intensive Care Module (ICM) pour des patients de réanimation intubés et ventilés ou quatre ICM et quatre *Light care Module* (LCM) avec deux blessés en ventilation spontanée pour chaque LCM. En août 2008, le dispositif d'alerte MORPHEE a permis d'évacuer en moins de 24 heures onze soldats français depuis Kaboul vers les hôpitaux militaires parisiens.

Conclusion

Pour la prise en charge des blessés des conflits actuels, au regard du nombre de décès précoces

encore évitables, les enjeux essentiels se situent d'abord à l'échelon pré-hospitalier. La stratégie de *damage control* resuscitation débute dès les premières minutes. L'extension des gestes d'urgence enseignés aux opérateurs du sauvetage au combat et les évacuations primaires médicalisées permettent d'amener les blessés au milieu chirurgical en moins de deux heures, avec un meilleur pronostic. La mobilité des formations chirurgicales, les procédures de chirurgie écourtée, la place du sang total au cœur de la stratégie transfusionnelle et la précocité des évacuations sanitaires collectives vers la métropole sont les autres déterminants de l'efficacité de la chaîne de survie des blessés de guerre. ♦

Références

- Bellamy RF. The causes of death in conventional land warfare: implications for combat casualty care research. *Mil Med* 1984 ; 149 : 55-62.
- Champion HR, Bellamy RF, Roberts CP, et al. A profile of combat injury. *J Trauma* 2003 ; 54 suppl (5) : S13-S19.
- Kelly JF, Ritenour AE, McLaughlin DF, et al. Injury severity and causes of death from Operation Iraqi Freedom and Operation Enduring Freedom : 2003-2004 versus 2006. *J Trauma* 2008 ; 64 suppl (1) : S21-S27.
- Gawande A. Casualties of war-military care for the wounded from Iraq and Afghanistan. *NEJM* 2004 ; 351 : 2471-2475.
- Carey ME. Analysis of wounds incurred by U.S. Army Seventh Corps personnel treated in Corps hospitals during Operation Desert Storm, February 20 to March 10, 1991. *J Trauma* 1996 ; 40 suppl (3) : S165-S169.
- Beekley AC. Damage control resuscitation: A sensible approach to the exsanguinating surgical patient. *Crit Care Med* 2008 ; 36 suppl (7) : S267-S274.
- Mabry J, Holcomb JB, Baker AM, et al. United States Army Rangers in Somalia : an analysis of combat casualties on an urban battlefield. *J Trauma* 2000 ; 9 : 515-29.
- Butler F. Tactical Combat Casualty Care : Combining Good Medicine with Good Tactics. *J Trauma* 2003 ; 54 suppl (5) : S2-S3.
- Butler FK, Hagmann J, Butler EG. Tactical combat casualty care in special operations. *Mil Med* 1996 ; 161 Suppl (1) : 3-16.
- Mabry R, McManus JG. Prehospital advances in the management of severe penetrating trauma. *Crit Care Med* 2008 ; 36 suppl (7) : S258-S266.
- Welling D, Burriss J, Hutton S, et al. A balanced approach to tourniquet use: lessons learned and relearned. *J Am Coll Surg* 2006 ; 203 : 106-115.
- Lakstein D, Blumenfeld A, Sokolov T, et al. Tourniquets for hemorrhage control on the battlefield: a 4-year accumulated experience. *J Trauma* 2003 ; 54 suppl (5) : S221-S225.
- Walters TJ, Wenke JC, Kauvar DS, et al. Effectiveness of self-applied tourniquets in human volunteers. *Prehosp Emerg Care* 2005 ; 9 : 416-422.

14. Wedmore I, McManus JG, Pusateri AE, et al. A special report on the chitosan-based hemostatic dressing. *J Trauma* 2006 ; 60: 655-658.
15. McManus J, Hurtado T, Pusateri A, et al. A case series describing thermal injury resulting from QuikClot use for hemorrhage control in combat operations. *Prehosp Emerg Care* 2007 ; 1 : 67-71.
16. Kozen BG, Kircher SJ, Henao J, et al. An alternative Hemostatic Dressing: Comparison of CELOX, HemCon, and QuikClot. *Acad Emerg Med* 2008 ; 15: 74-81.
17. Brenner T, Bernhard M, Helm M, et al. Comparison of two intraosseous infusion systems for adult emergency medical use. *Resuscitation* 2008 ; 78 : 314-319.
18. Harke HT, Pearse LA, Levy AD, et al. Chest wall thickness in military personnel: implications for thoracocentesis in tension pneumothorax. *Mil Med* 2007 ; 172: 1260-1263.
19. Schober P, Hegemann MC, Schwarte LA, et al. Emergency cricothyrotomy. A comparative study of different techniques in human cadavers. *Resuscitation* 2009 ; 80: 204-209.
20. Tien HC, Jung V, Rizoli SB, Acharya SV, MacDonald JC. An evaluation of Tactical Combat Casualty Care Interventions in a Combat Environment. *J Am Coll Surg* 2009 ; 207: 174-178.
21. Adams BD, Cuniowski PA, Muck A, et al. Registry of Emergency Airways Arriving at combat Hospitals. *J Trauma* 2008 ; 64: 1548-1554.
22. Gerhardt RT, Oliver J, Sullivan SG, et al. Evaluation of combat casualty care outcomes after the introduction of emergency medicine providers and an E.M.S. systems approach to the setting of tactical ground combat. *Ann Em Med* 2005 ; 46 : 45-46.
23. Mc Carty M. US military revamps combat medic training and care. *The Lancet* 2003 ; 361: 494-495.
24. Sohn V, Runser L, Puntel R, et al. Training Physicians for Combat Casualty Care on the Modern Battlefield. *Journal of Surgical Education* 2007 ; 64 : 199-203.
25. Beekley AC. United States Military Surgical Response to Modern Large-Scale Conflicts: The Ongoing Evolution of a Trauma System. *Surg Clin North Am* 2006 ; 86: 689-709.
26. Thurlby JG, Grathwohl KW, Perkins JG, et al. Reduced mortality by an intensivist or intensivist directed ICU team at a Combat Support Hospital (CSH) in Iraq (abstract). *Crit Care Med* 2005 ; 33 suppl : A1
27. Schreiber MA, Perkins JG, Kiraly L, et al. Early predictors of massive transfusion in combat casualties. *J Am Coll Surg* 2007 ; 205 : 541-545.
28. McLaughlin DF, Niles SE, Salinas J. A predictive model for massive transfusion in combat casualty patients. *J Trauma* 2008 ; 64 suppl (2) : S57-S63.
29. Spinella PC. Warm fresh whole blood transfusion for severe hemorrhage: U.S. military and potential civilian applications. *Crit Care Med* 2008 ; 36 suppl (7) : S340-S345.
30. Spinella PC, Perkins JG, McLaughlin DF, et al. The effect of Recombinant Activated Factor VII on Mortality in Combat-Related Casualties With Severe Trauma and Massive Transfusion. *J Trauma* 2008 ; 64 : 286-293.

Transfusion de sang total en opération extérieure : Application au groupement médico-chirurgical de Kaboul

MC Alain Benois¹, MP Gérard Péralta², MC Michel André³, MC Eric Bayle⁴, MC Xavier De Kérangal⁵

1. Service d'anesthésie réanimation, HIA Robert Picqué. 2. 3^{ème} Régiment Parachutiste d'Infanterie de Marine. 3. Service de pneumologie, HIA Clermont Tonnerre. 4. 17^{ème} Régiment de Génie Parachutiste. 5. Service de chirurgie viscérale, HIA du Val-de-Grâce

La transfusion en situation d'exception peut se définir comme un acte transfusionnel en l'absence de produits sanguins labiles (PSL) disponibles à partir de l'approvisionnement normal. Pour les forces en opérations extérieures (Opex), l'isolement lié aux contraintes opérationnelles ou l'inadéquation entre les besoins et la ressource (afflux massif ou blessés graves requérant une transfusion massive) doivent amener à envisager des solutions adaptées et encadrées. Le recours au sang total en est une. Cette solution qui se situe en dehors des règles du Code de la Santé Publique, ne doit pas être improvisée et doit suivre les recommandations de la notice technique relative à la transfusion en situation d'exception⁽¹⁾ qui lui donne un cadre réglementaire. Cette pratique

reste toutefois peu rapportée⁽²⁾ au sein du Service, contrairement aux retours d'expériences américains⁽³⁾. Nous rapportons l'observation d'un patient ayant nécessité des transfusions de sang total, avant de discuter les bénéfices, risques et points particuliers tirés de cette expérience.

Observation

Un civil afghan de 40 ans, victime d'une explosion, était initialement pris en charge dans une structure civile où il avait bénéficié d'une laparotomie avec tamponnement hépatique pour un traumatisme fermé du foie. Le bilan à l'arrivée au GMC trouvait également une fracture déplacée du tiers supérieur du fémur et de multiples plaies

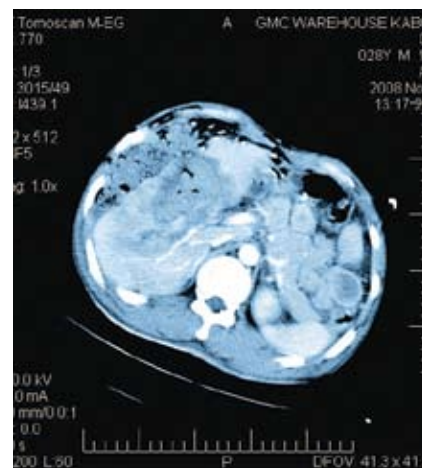


Fig.1 : coupe scannographique à l'étage abdominal.

des parties molles. L'hémodynamique était stable, sans trouble des fonctions respiratoire, rénale et neurologique. Une lame de drainage abdominale ramenait toutefois un liquide hématique avec un débit continu d'environ 100 ml/h.

La tomodensitométrie abdominale mettait en évidence une fracture hépatique avec un packing en place et un épanchement intra-abdominal modéré (Fig.1).

Le bilan sanguin initial identifiait un groupe sanguin A positif, une anémie profonde avec un taux d'hémoglobine à 6,5 g/dl, des perturbations sévères de l'hémostase : plaquettes à 55000/mm³, TP à 27 %, et TCA à deux fois le témoin, enfin une acidose : pH à 7,29.

Le patient était admis en réanimation où il était transfusé de deux unités de Plasma Cryodesséché Sécurisé (PCS) tandis que la collecte de sang total était déclenchée devant la persistance du saignement, dans le but d'apporter des facteurs de coagulation et des plaquettes. Ce sont les personnels du GMC et du Bataillon Français de groupe A positif qui étaient sollicités, selon les listes pré-établies de donneurs potentiels (Fig. 2).



Fig.2 : collecte de sang total.

Les médecins d'unité assuraient la sélection et l'interrogatoire ultime. La première poche était transfusée trente minutes après le déclenchement de la collecte. Le patient était repris au bloc à la 48^{ème} heure pour ablation du packing, alors que la coagulation et l'hémostase étaient stabilisées après transfusion de neuf poches de sang total. Il était repris au sixième jour pour ostéosynthèse du fémur et sortait du GMC au onzième jour d'évolution.

Discussion

Ce patient illustre le type de blessés produits par les conflits récents : victimes d'engins explosifs, de lésions complexes, pénétrantes, hémorragiques, avec polycriblage, attritions tissulaires importantes, brûlures, blast, lésions orthopédiques et abdominales.

Ces blessés peuvent présenter très précocement une coagulopathie aiguë traumatique multifactorielle ⁽⁴⁾, qui peut secondairement s'aggraver en cas de transfusion massive et de remplissage vasculaire, du fait de la dilution des facteurs de coagulation et des plaquettes. Lié à l'hypothermie et à l'acidose, un cercle vicieux conduit à une coagulopathie complexe qui entretient le saignement, « triade létale » d'un choc hémorragique pouvant échapper à toute possibilité d'hémostase.

Ce choc est la deuxième cause de décès du blessé de guerre et les besoins transfusionnels sont importants : 10 ± 6 concentrés érythrocytaires (CGR) par blessé français transfusé. Un quart environ des blessés américains en Irak sont transfusés et 8% d'entre eux ont nécessité une transfusion massive ⁽⁵⁾. Toutefois, la connaissance des mécanismes de cette coagulopathie traumatique a un impact sur les modalités transfusionnelles, qui visent à enrayer au plus vite ces troubles de coagulation. On parle de « damage control resuscitation » associant une chirurgie d'hémostase écourtée, limitée aux gestes d'urgence, et une réanimation hémostatique avec apport de tous les facteurs de la coagulation dans une proportion égale à celle du sang total, ce qui permet de diminuer la mortalité ⁽⁶⁾. Le rationnel pour l'utilisation du sang total en situation d'exception repose d'abord sur son efficacité thérapeutique : une poche de sang total a le même effet sur l'hémostase que dix unités plaquettaires ⁽⁷⁾. Le mélange d'un CGR (335 ml avec un hémocrite à 55%), avec un concentré plaquettaire (50 ml avec $5,5 \cdot 10^{10}$ plaquettes) et un plasma frais congelé (275 ml avec 80% de facteurs de coagulation actifs) aboutit finalement à transfuser 660 ml d'une solution avec un hémocrite à 29%, 88000 plaquettes/mm³ et 65% de facteurs de coagulation actifs.

En comparaison, une poche de 500 ml de sang total a un hémocrite entre 38 et 50%, 150000 à 400000 plaquettes/mm³, et 100% de facteurs de coagulation actifs ⁽⁸⁾. La transfusion de sang total permet l'apport, au même ratio, des trois éléments issus du sang (hématies, plasma et plaquettes) et a également l'avantage de lutter contre l'hypothermie en permettant l'apport d'un liquide tiède. Son pouvoir oxyphorique est optimal.

Les considérations logistiques entrent en compte également. Du fait de leur durée de conservation courte (5 jours) et des conditions de stockage requises, il n'existe aucune dotation en plaquettes dans les formations sanitaires de campagne. Les capacités de stockage de PSL sont limitées, et il est impossible d'établir le stock idéal conforme à un besoin difficile à prévoir dans ce type de conflit où les périodes d'activités et d'accalmies se succèdent de façon aléatoire. La collecte de sang total en utilisant alors une « banque sur pieds » est un moyen d'augmenter les capacités de transfusion. Toutefois la doctrine du Service de santé ne place pas cette collecte sur le terrain comme un moyen d'approvisionnement à moyen terme et n'autorise pas le « banking ».

Le ravitaillement en PSL est également source d'un gaspillage important en CGR, même si leur validité est portée à 49 jours. Le CTSA estime que plus de 80 % des CGR en dotation en Opex sont détruits. Ceci a un coût qui représente une des parts les plus importantes du budget du ravitaillement sanitaire des antennes ou des GMC. En dehors de toute comptabilité analytique, un CGR en France coûte environ 170 euros, tandis qu'un kit de prélèvement de sang total coûte 5 euros.

En contrepartie, le risque viral de ce type de transfusion a été évalué par les américains sur 2831 unités de sang total transfusées entre 2003 et 2006 : risque nul pour le VIH et l'hépatite B, de 0,11% pour l'hépatite C, et 0,07% pour le HTLV.

Une anémie a été retrouvée chez 14 % des donneurs dans l'expérience américaine (hémoglobine < 12,5 g/dl), sans que ne soit évalué son retentissement ⁽⁹⁾.



Fig.3 : kit de prélèvement et transfusion.

De notre retour d'expérience, il ressort que l'utilisation du kit est facile et les explications fournies sont claires (Fig.3). Il faut toutefois s'assurer que la taille des tubes de prélèvement soit compatible avec les automates, ce qui n'était pas le cas et a conduit à reconditionner les kits.

Travailler au sein d'une structure multinationale justifie de créer une traduction

anglaise de la notice explicative et de l'interrogatoire « pré-don » simplifié. Cette procédure ne s'improvise pas et avait été anticipée par les médecins d'unité du Bataillon Français, qui avaient établi des listings de donneurs potentiels. Ils ont été sollicités pour ce patient, avec une bonne réactivité permettant l'obtention d'une première poche en moins d'une heure. Le prélèvement des personnels du GMC se justifie car il permet d'obtenir une poche très rapidement et il augmente la ressource disponible pour les groupes rares. En effet, l'évaluation des donneurs potentiels français a révélé que sur environ 1000 personnels stationnés sur le camp, 15% étaient récusés après examen clinique et interrogatoire simplifié (antécédents transfusionnels, paludisme, séjour récent en zone d'endémie palustre, pratiques à risques, pathologies intercurrentes). Certains groupes sont donc rares : les personnels de groupe B négatif représentaient moins de 1 % des donneurs, ceux du groupe A négatif moins de 5 %, et les donneurs O négatif et B positif représentaient respectivement 7 et 10 % des donneurs. Enfin, le contexte opérationnel fait qu'une partie plus ou moins importante des donneurs potentiels ne sont pas disponibles, car les actions de combat peuvent se dérouler très à distance d'une structure de soins telle qu'un rôle 2. Dans cette situation, les médecins et infirmiers d'unités sont à leurs postes au plus près des combattants et ne peuvent pas mettre en œuvre la sélection ultime des donneurs et la collecte, pour lesquelles ils sont théoriquement très impliqués. Les personnels du GMC doivent être formés à cette pratique car ce sont finalement eux qui la mettent en œuvre dans l'urgence et pour les premiers dons. Une solution serait d'élargir le recrutement de donneurs pré-sélectionnés à toutes

	DONS collecte N° 1		DONS collecte N°2	
	Hb pré-don	Hb post-don	Hb pré-don	Hb post-don
	17	16,5	17,4	16,2
	16,5	16	18	17
	17,8	16,2	16,5	15,1
	18,2	17,4	16,9	16
	17,9	16,3	17,1	16,5
	16,6	14,7	17,1	14,3
	13,7	12,5	17,9	15,4
	14	13	17,8	16,5
			15,6	14,8
moyenne	16,5	15,3	17,1	15,8
écart-type	1,7	1,8	0,8	0,9

Tableau 1 : Evolution du taux d'hémoglobine (g/dl) chez les donneurs.

les forces de la coalition, d'autant que les structures de rôles 2 sont implantées dans des grandes bases internationales, à forts effectifs, assurant le soutien des forces. Mais la transfusion de sang total n'est pratiquée que par les Américains, les Anglais, les Allemands et les Canadiens, les autres nations s'y refusant pour l'instant. Un point particulier a été la mise en évidence d'un probable bénéfice de l'acclimatation des organismes à l'altitude. Kaboul est situé à 1800 mètres d'altitude, or il est établi que la polyglobulie liée à l'altitude devient perceptible après un séjour d'au moins sept jours au-dessus de 1500 mètres⁽¹⁰⁾. Des prélèvements, réalisés sur tous les personnels d'une section de combat en poste à Kaboul depuis six semaines révolues, ont révélé que le taux d'hémoglobine moyen était de $16,7 \pm 0,8$ g/dl, et que 35 % des soldats avaient un taux supérieur à 17 g/dl (15,6 - 18,2 g/dl). C'est une donnée à prendre en compte lors de la prise en charge d'un blessé « acclimaté » à Kaboul en cas de lésions hémorragiques. Un taux de 8 à 10 g/dl pourrait être faussement rassurant et masquer en fait une perte sanguine importante. Cette augmentation du taux

d'hémoglobine est potentiellement utile pour un don de sang total et pourrait préserver le donneur d'une anémie post-don. Nous avons mesuré le taux d'hémoglobine de 17 donneurs de deux collectes que nous avons réalisées, avant et 24 heures après les dons (tableau 1). Les résultats montrent qu'à l'exception de deux donneurs de sexe féminin, tous les taux d'hémoglobines étaient supérieurs à 14 g/dl à 24 heures. Aucun sujet ne s'est plaint d'un quelconque trouble, et tous ont tenu leur emploi normalement.

Conclusion

La transfusion de sang total reste une pratique d'exception. Mais dans le cadre du traitement précoce et agressif de la coagulopathie aiguë du traumatisé grave qu'est le blessé de guerre, le sang total apparaît comme un élément incontournable de la réanimation hémostatique. Cette technique ne doit toutefois pas s'improviser et implique une présélection rigoureuse des donneurs potentiels dans les unités et une formation des médecins et des infirmiers à ce type de collecte. ♦

Références

1. Notice technique relative à la transfusion sanguine en situation d'exception N° 136/DEF/DCSSA/AST/TEC du 15 janvier 2003.
2. Prunet B, Asencio Y, Kenane N, Lacroix G, Suppini A, Sailliol A, Meusnier F, Palmier B. Transfusion de sang total en situation d'exception. A propos d'un cas à Kaboul. Médecine et Armées, 2008;36:4,333-337.
3. Spinella PC, Perkins JG, Grathwohl KW, Repine T, Beekley AC, Sebesta J, Jenkins D, Azarow K, Holcomb JB. Fresh whole Blood transfusions in coalition military, foreign national, and enemy combatant patients during operation Iraqi freedom at a U.S. combat support hospital. World J Surg 2008;32:2-6.
4. Brohi K, Singh J, Heron M, Coats T. Acute traumatic coagulopathy. J Trauma 2003;54:1127-1130.
5. Kauvar DS, Holcomb JB, et al. Fresh whole blood transfusion : a controversial military practice. J Trauma 2006;61:181-4.
6. Gunter OL, Au BK, Isbell JM, Mowery NT, Young PP, Cotton BA. Optimizing outcomes in damage control resuscitation : identifying blood product ratios associated with improved survival. J Trauma 2008;65:527-534.
7. Lavee J, Martinowitz U, Mohr R et al. The effect of transfusion of fresh whole blood versus platelet concentrates after cardiac operations. J Thorac Cardiovasc Surg 1989;97:204-212.
8. Repine TB, Perkins JG, et al. The use of fresh whole blood in massive transfusion. J Trauma 2006;60:S59-S69.
9. Spinella PC, Perkins JG, Grathwohl KW, Repine T, Beekley AC, Sebesta J, Jenkins D, Azarow K, Holcomb JB. Risks associated with fresh whole blood and red blood cell transfusions in a combat support hospital. Crit Care Med 2007;35:2576-2581.
10. Eckardt KU, Boutellier U, Kurtz A, Schopen M, Koller EA, Bauer C. Rate of erythropoietin in humans in response to acute hypobaric hypoxia. J Appl Physiol 1989;6:1785-1788.

Evaluation d'un nouveau cathéter pour perfusion intra-osseuse en OPEX

MC David Placade, MC Michel Rüttimann, MC Pascal Boulland, MP Julien Nadaud, MP Christian Landy, MC Jean Christophe Favier

Département anesthésie réanimation urgences. HIA Legouest - 57998 Metz Armées

Introduction

La première utilisation médicale de la voie intra osseuse est publiée en 1922, mais sa connaissance est bien plus ancienne. Son utilisation en pédiatrie d'urgence est recommandée depuis 1988 par l'*American Heart Association Pediatric Life Support* (2). Plus récemment, en 2005, les recommandations de l'ERC (*European Resuscitation Council*) ont réhabilité cette voie chez l'adulte, en cas d'échec de deux tentatives de pose de voie veineuse périphérique dans la réanimation médicalisée de l'arrêt cardio-circulatoire (3).

Cette voie est considérée comme une alternative à la voie veineuse lorsque celle-ci n'est pas immédiatement disponible (4). L'objectif de ce travail était d'évaluer un nouveau dispositif (EZ-IO® Vida Care), en opération extérieure, comme alternative à la voie veineuse périphérique au cours d'anesthésies générales.

1 - Matériel et méthodes

Cette étude prospective a été réalisée au sein de la 6^{ème} antenne chirurgicale aérotransportable, au Tchad, de février 2007 à juin 2007, après accord du comité d'éthique local, composé du COMSANTE, du pharmacien et du médecin anesthésiste - réanimateur.

La mise en place de l'EZ-IO® se faisait au cours d'une anesthésie générale, soit en cas d'accès veineux difficile, chez l'enfant, soit en cas de nécessité de pose d'un deuxième accès veineux pour transfusion sanguine en urgence, chez l'adulte. Les cathéters étaient posés soit par le médecin anes-

Caractéristiques techniques EZ-IO®	
Poids	455 g
Alimentation	piles lithium (10 ans)
Diamètre du cathéter	15 Gauges
Longueur du cathéter	25 mm (adulte)
	15 mm (enfant)



Fig. 1 : caractéristiques techniques et schéma d'utilisation de l'EZ-IO® (5).

thésiste-réanimateur (MR), soit par l'un des deux IADE.

Les données recueillies étaient, pour chaque patient : le site d'insertion, la facilité de mise en place du dispositif, l'existence d'un reflux sanguin, la facilité d'injection à la seringue, le recours à une poche de contre-pression, l'évolution locale (recherche d'une complication infectieuse à distance) et l'existence d'une douleur.

Le matériel utilisé était le EZ-IO® (Vida Care), qui permet la mise en place d'un cathéter intra-osseux à l'aide d'une perceuse fonctionnant sur batterie (Fig. 1).

2. Résultats

11 patients (8 adultes et 3 enfants) ont bénéficié de la mise en place de ce dispositif. L'âge moyen était de 28 ans (5 mois - 47 ans), avec 54% d'hommes et 46% de femmes.

Les principales données recueillies sont fournies dans le tableau I.

Le site d'insertion était tibial antérieur dans 63 % des cas, et la tête humérale dans 37 %.

La mise en place a été jugée facile pour l'ensemble des cas. Une deuxième ponction a été cependant nécessaire dans 3 cas sur 11. Un reflux de sang était présent dans 81 % des cas. L'injection à l'aiguille était jugée facile dans 81 % des cas et difficile dans 19 %. Le recours à une poche de contre-pression était nécessaire dans 54 % des cas. Enfin aucune douleur importante (EVA moyenne à 30 mm) n'était notée en post-opératoire. Il n'y a pas eu de complication infectieuse locale.

3. Discussion

L'apprentissage, la mise en place et l'utilisation pratique de l'EZ-IO® ont été jugés facile par l'ensemble des utilisateurs et aucun échec complet n'a été noté. Seuls trois patients ont nécessité deux ponctions osseuses en raison d'un mauvais positionnement sur le site d'insertion. La durée d'insertion, d'environ 10 secondes, était conforme aux données de la littérature (6), ainsi que la fréquence du recours à une poche de contre-pression dans la moitié des cas (7).

Sexe	Age	Intervention	Site Insertion	Nbre de ponctions	Insertion	Reflux	Injection	Poche de contre pression	Douleur post opératoire (j)	Suivi (j)
M	37 ans	pseudarthrose fémur gauche	tibial antérieur	1	facile	présent	facile	oui	0	45
M	12 mois	Lipome du thorax	tibial antérieur	1	facile	présent	facile	non	0	17
M	26 ans	fracture fémur gauche	tibial antérieur	1	facile	présent	facile	non	0	45
F	5 mois	Brûlure membre inférieur droit	tibial antérieur	1	facile	présent	facile	oui	0	25
F	38 ans	kyste ovaire hémorragique	tête humérale	1	facile	présent	facile	non	1	14
F	47 ans	pseudarthrose fémur gauche	tête humérale	1	facile	présent	facile	non	1	14
M	37 ans	pseudarthrose fémur gauche	tête humérale	2	facile	absent	difficile	oui	3	14
M	40 ans	fracture fémur droit	tibial antérieur	2	facile	présent	facile	non	1	9
F	35 ans	hystérectomie	tibial antérieur	2	facile	présent	facile	non	0	14
F	20 ans	Thyroidectomie	tibial antérieur	1	facile	absent	facile	oui	0	14
M	7 ans	fracture cubitus	tibial antérieur	1	facile	présent	facile	non	0	9

Tableau I : principales données.

D'autres cathéters sont utilisables :

- des dispositifs anciens, à introduction manuelle, comme le Jamshidi®, l'illinois sternal® (Cardinal Health) ou le Dieckmann® (Cook Critical care) ou tout simplement une aiguille de Tuohy ou un trocart de Mallarmé. Ils sont peu onéreux et peu encombrants mais peuvent être responsables de mauvais positionnements, de fractures osseuses par franchissement de la corticale opposée, d'administration sous cutanée, d'extravasation et de désinsertion lors des manipulations⁽⁸⁾.
- des dispositifs à percussion comme le Bone Injection Gun® (BIG) (Waismed Ltd) (figure 1). Ils utilisent un puissant ressort afin de franchir la corticale osseuse. Compacts, légers, ils sont faciles à utiliser mais nécessitent un apprentissage⁽⁹⁾, notamment parce qu'ils peuvent être également responsables de mauvais positionnements,

de fracture corticale et de déclenchement inopinés, voire de blessures de l'opérateur ou du patient⁽⁶⁾.

- le FAST-I® (Pyng Medical) (figure 2) qui utilise aussi un dispositif à percussion. Son site d'insertion est exclusivement sternal, ce qui limite son utilisation en cas de traumatisme thoracique, contrairement aux autres dispositifs dont les sites sont variés (calcanéum, sternum, tibial antérieur, crêtes iliaques, styloïdes radiales et même claviculaire)^(10,11). Si sa mise en place est plus longue que celle du BIG®⁽¹³⁾, elle nécessite un apprentissage également⁽¹²⁾, de même pour son retrait. En pratique elle est plus sécurisante (système de fixation performant), standardisée et les échecs de mise en place sont moins nombreux que pour le BIG®. C'est le modèle de cathéter intra osseux choisi par les forces spéciales américaines⁽¹³⁾. Le EZ-IO® semblerait cependant plus rapide à mettre à œuvre que

le FAST-I, tout aussi sécurisant en terme d'utilisation et aussi efficace⁽¹⁴⁾.

Conclusion

Le cathéter de perfusion intra-osseux EZ-IO® est un dispositif qui nous semble d'apprentissage facile, d'utilisation simple et sûre et qui donne satisfaction pour l'administration de médicaments au bloc opératoire. Son utilisation sur le terrain pour la prise en charge de nos blessés semble tout à fait réaliste.

Ce dispositif pourrait être soumis à la commission du médicament et des dispositifs médicaux afin d'être inclus dans le catalogue des approvisionnements du service courant. La formation à la perfusion intra-osseuse est un des enseignements de base dispensés dans les CITERA. ♦

Références

1. Drinker CK, Drinker KR, Lund CC. The circulation in the mammalian bone marrow. Am J Physiology 1922;62:1-92.
2. In : Textbook of pédiatric avanced life support. American Heart Association and American Academy of Pediatrics Ed. 1988 ; p 43-44.
3. European Resuscitation Guidelines. Resuscitation 2005;supp 6751:S47.
4. Macnab A, Christenson J, Findlay J, Eng P, Asc, M et al. A new system for sternal intraosseous infusion in adults. Prehosp Emerg Care 2000 ; 4:173-77.
5. Notice d'information. Cathéter intraosseux EZ-IO®. Vidacare. Silver Médical-France-59777 Lille.
6. Wayne M. Perfusion intra osseuse chez l'adulte: il est temps d'y penser. Urgence Pratique 2006 ; 47 : 47-9.
7. Davidoff J, Fowler R, Gordon D, Klein G, Kovar J, Lozano M et al. Clinical evaluation of a novel intraosseous device for adults: prospective, 250-patient, multi-center trial. JEMS 2005 ; 30 ;suppl :20-3.
8. Laspada J, Kisson N, Melker R, Miller R, Miller G, Petison R. Extravasation rates and complications of intraosseous needles during gravity and pressure infusion. Crit Care Med 1995;23:2023-28.
9. Springs VM, White LJ, Martin SN, Brawley D, Chambers RM. Comparaison of two intraosseous infusion techniques in an EMT training program. Acad Emerg Med 2000;7:1168.
10. Mc Carthy G, O'Donnell C, O'Brien M. Successful intraosseous infusion in the critically ill patient does not require a medullary cavity. Resuscitation 2003;56:183-6.
11. Iwama H, Katsumi A, Shinohara K, Kawamae K, Ohtomo Y, Akama Y. Clavicular approach to intraosseous infusion in adults. Crit Care Med 1994;22:728-9.
12. Miller DD, Guimond G, Hostler DP, Platt T, Wang HE. Feasibility of sternal intraosseous access by emergency medical technician students. Prehosp Emerg Care 2005;9:73-8.
13. Calkins MD, Fitzgerald G, Bentley TB, Burreis D. Intraosseous infusion devices: a comparison for potential use in special operations. J Trauma 2000;48:1068-74.
14. Frascone RJ, Jensen JP, Kaye K, Salzman JG. Consecutive field trials using two différents intraosseous devices. Prehosp Emerg Care 2007;11;164-71.



**30^e CONGRES
NATIONAL SFETB**
9, 10 & 11 juin 2010

En chirurgie et rééducation : les brûlures graves de la face
En réanimation : le brûlé grave, du lieu de l'accident au Centre Spécialisé

CENTRE HOSPITALIER
Saint Joseph - Saint Luc



Hôpitaux de Lyon



Evolutions récentes des techniques de production d'oxygène dans les formations sanitaires de campagne.

MP Julien Nadaud, MC Michel Rüttimann, MP Christian Landy, MP Nicolas Gagnon, IHA Ingrid Millot, IHA Amelie Lemoine, MC David Plancade, MC Jean Christophe Favier, MC Pascal Boulland.

Département anesthésie réanimation urgences. HIA Legouest - 57998 Metz Armées.

Introduction

En situation d'exception (guerre, catastrophe), l'oxygène gazeux stocké en bouteilles est rare, lourd et encombrant. Depuis de nombreuses années, les techniques d'anesthésie réalisées dans ce contexte font appel à des extracteurs d'oxygène (EO), dont le rendement était jusqu'à présent peu performant, nécessitant souvent de coupler deux appareils pour assurer au plus un débit de 7 L.min⁻¹ et/ou de recourir aux bouteilles. Une nouvelle génération d'EO permet de palier ces inconvénients ⁽¹⁾.

1. Historique

En 1972, les premiers extracteurs destinés au traitement à domicile des insuffisants respiratoires chroniques furent commercialisés par DeVilbiss au Etats-Unis puis en France à partir de 1978 ⁽²⁾.

En 1981, une étude préliminaire sur l'utilisation d'un EO en anesthésie ⁽³⁾ fut suivie de nombreux travaux au cours de missions extérieures ^(4,5), conduisant à leur adoption dans les formations sanitaires de campagne. La dotation de l'antenne chirurgicale comprenait alors deux EO de différents modèles (DeVO244®, Companion®, Invacare®), d'un poids moyen de 20 kg et d'un volume de 0,2 m³, fournissant un débit maximal de 4 L.min⁻¹ à une pression de 0,6 bars pour un niveau sonore de 44 db et une consommation électrique basse (400 Volt-Ampères).

En 1987, un EO Kinalox 1® (Air liquide™) fut mis en expérimentation ⁽⁶⁾. Il était

capable de fournir un mélange gazeux à une pression de 3 bars. Pour un débit de 5 L.min⁻¹, la concentration d'oxygène était de 93% ; pour un débit de 25 L.min⁻¹ elle était encore de 51%. Cet appareil pouvait alimenter plusieurs respirateurs fluidiques. Il mesurait 0,7 x 0,6 x 0,87 m pour 110 kg. Il était placé à l'extérieur des locaux, ce qui diminuait la gêne occasionnée par le niveau sonore. En revanche son fonctionnement exigeait une forte puissance électrique qui dépassait la puissance disponible dans les antennes chirurgicales, raison pour laquelle cet extracteur n'avait pas été retenu ⁽⁷⁾.

De 1989 à 1998, la production d'oxygène dans les formations sanitaires de campagne a été assurée, en dehors des EO, par des chandelles d'oxygène chimique (Oxybloc GO 3000®, SUPCA™) capables de remplir des bouteilles d'oxygène à 100 bars. L'ECMSSA avait même étudié un générateur d'oxygène médical à chandelles chimiques (Soprano 3000®) qui permettait de remplir les nouvelles bouteilles « Armée » à 300 bars. Un projet de remorque légère de production d'oxygène associant deux générateurs était envisagé. Mais l'usage des chandelles d'oxygène s'est révélé difficile et coûteux, leur rapport poids volume n'était pas optimum pour le transport aérien et, après stockage de plusieurs mois, une chandelle sur deux ne fonctionnait pas. Enfin, l'oxygène chimique a dû être définitivement abandonné quand la Société nationale des poudres et explosifs (SNPE), qui fabriquait les chandelles, a cessé leur production. D'un autre côté, le remplissage des bouteilles d'oxygène avec la remorque

de l'Unité mobile de production d'oxygène (UMPO) du Service de santé des armées, mise en place en 1969, a pris fin en 2000. A partir de 2005 été expérimenté un nouveau système qui associait un concentrateur et un compresseur : le système Oxyplus® de la société Novair™. Après une étude réalisée au Val-de-Grâce en juin 2005, le matériel fut testé en septembre - octobre 2005 au sein de l'antenne chirurgicale d'Abidjan, et en février - mars 2006 au GMC de Tombokro. L'ensemble pesait 105 kg (45 kg pour l'EO, 60 kg pour le compresseur), occupait un volume de 1,2 m³ et produisait un débit maximal de 10 L.min⁻¹ à une pression de 6 bars, avec un volume sonore de 70 db et une consommation électrique de 2500 VA. A l'issue de ces différentes expérimentations, le matériel s'est avéré trop fragile en ambiance tropicale et la DAPS s'est orientée vers d'autres produits.

En octobre 2007, un nouvel EO de type Intégra® (Sequal™) a été utilisé au sein de l'antenne chirurgicale de Birao ⁽¹⁾ puis étendu aux autres FSC de rôle 2. Depuis janvier 2008, un extracteur de type FS 40® (Stephan™) est en place au sein de l'antenne chirurgicale de N'Djaména.

Actuellement, on s'oriente vers la mise en place de concentrateurs d'oxygène dans les antennes chirurgicales avec des débits de 20 L.min⁻¹, pour alimenter les ventilateurs d'anesthésie et de réanimation et la réalisation d'unité de production d'oxygène à grande capacité (15 m³.h⁻¹) pour les modules de servitude des hôpitaux de campagne.

Figure 1.



Figure 2.



Figure 3.



2. Matériels

Tous les moyens actuels de production d'oxygène dans les formations sanitaires de campagne ont été analysés au cours de trois études réalisées en République Centrafricaine et d'une étude réalisée au Tchad au sein d'une antenne chirurgicale aérotransportable :

- EO1 (Fig. 1) : Integra® (*SeQual Technologies Inc™*)
- EO2 (Fig. 2): Invacare 5® (*Invacare Corp.™*)
- EO3 (Fig. 3): Companion® (*Puritan Bennett™*)
- EO4 (Fig. 4): FS 40/C-RF® (*F. Stephan GMBH™*).

Pour mémoire, la réserve d'oxygène gazeux de l'antenne chirurgicale modèle 05 est de 12 bouteilles de 3 litres (B3L) et 7 bouteilles de 13 litres (B13L) gonflées à 200 bars, ce qui totalise 25400 L d'oxygène.

3. Méthodes et résultats

3.1. Première étude rétrospective réalisée d'octobre 2007 à octobre 2008 en République Centrafricaine :

Cette étude a relevé la quantité d'oxygène gazeux stocké en bouteilles, consommée au cours d'anesthésies effectuées. 145 actes d'anesthésie ont été effectués pendant cette période, (80 sous AG et 65 sous ALR, sur 140 patients dont 13 enfants). 5 B13L sont intactes, une est à 150 bars, une à 75 bars. 10 B3L sont intactes, une est à 120 bars, l'autre à 180 bars. Aucun réapprovisionnement en bouteilles n'a été effectué depuis l'installation de l'antenne en mars 2007. La consommation des bouteilles (2575 L) a été antérieure au mois d'octobre 2007 en anesthésie (33 actes réalisés avant la dotation de EO1) ou a concerné la réanimation d'un patient pour hémorragie post opératoire. Les rares désaturations per-opératoires ont toutes pu être traitées par l'augmentation du débit de EO1 sur le circuit du LTV® 1200 et il n'a jamais été nécessaire d'utiliser l'oxygène stocké en péri opératoire. La consommation en bouteille a été donc quasi nulle en anesthésie depuis la dotation de EO1 en octobre 2007, limitée au seul contrôle des manomètres.

3.2. Deuxième étude, réalisée en République Centrafricaine en octobre 2008 :

Cette étude a mesuré la FiO₂ délivrée par EO1, EO2 et EO3 avec un analyseur Oxyman® (Gamida). La FiO₂ a été relevée en air ambiant puis en augmentant le débit de l'EO (DEO) par paliers de 0,5 L.min⁻¹ toutes les 5 min jusqu'à la capacité maximale de l'appareil (EO1 : 10 L.min⁻¹, EO2 et 3 : 5 L.min⁻¹), enfin au bout de 30 min de fonctionnement.



Figure 4.

EO1 permet de délivrer jusqu'à 8,5 L.min⁻¹ une FiO₂ entre 93 et 98% qui se maintient à plus de 94% à 10 L.min⁻¹ au long cours, en accord avec les données du constructeur (FiO₂ = 91 ± 3%). La FiO₂ est stable à 94% après 30 min de DEO à 10 L.min⁻¹.

EO2 procure une FiO₂ stable à 96% au débit maximal recommandé, supérieure aux données du constructeur (FiO₂ = 96-93% pour 1, 2, 3 L.min⁻¹, 94-91% pour 4 L.min⁻¹ et 92-87% pour 5 L.min⁻¹). Après 30 min de DEO à 5 L.min⁻¹, la FiO₂ fournie par EO2 est stable à 96%.

EO3 se met en alarme et cesse de fonctionner au bout de 5 min à 5 L.min⁻¹. Il délivre une FiO₂ en accord avec les données du constructeur (FiO₂ = 95 ± 3% à 2 L.min⁻¹) mais, en pratique habituellement utilisé à 3,5 L.min⁻¹, il ne peut maintenir le débit de 5 L.min⁻¹.

3.3. Troisième étude, réalisée en République Centrafricaine en octobre 2008 :

Cette étude a mesuré la FiO₂ obtenue avec un respirateur LTV® 1200 (Pulmonetics System) raccordé par sa prise d'alimentation basse pression à EO1, permettant de délivrer jusqu'à 10 L.min⁻¹ à une FiO₂ de 91 ± 3% (données constructeurs).

La FiO₂, contrôlée par un analyseur Oxyman® (Gamida), a été relevée en air ambiant puis en augmentant le DEO par paliers de 0,5 L.min⁻¹ jusqu'à 10 L.min⁻¹ sur le LTV 1200® branché sur un faux poumon SilkoBag® (Rüsch) de 3 L, à trois niveaux successifs de volume minute expiré (VE). Les débits croissants d'O₂ administrés par l'EO sur le circuit basse pression du LTV 1200® ne modifient pas le VE initial. EO1 permet de maintenir une FiO₂ entre 30 et 40% pour des DEO de 1,5 à 4 L.min⁻¹. La FiO₂ maximale à 90% n'est possible

que pour de faibles niveaux de VE mais reste acceptable (> 80%) pour des VE plus élevés. Elle chute cependant à 70% à 14 L.min⁻¹.

3.4. Quatrième étude réalisée au Tchad

Une jeune femme brûlée sur 85% de surface corporelle, a été ventilée pendant 22 j avec un T-Bird VSO2® (Sebac) alimenté exclusivement par EO4. En dehors des transferts au bloc opératoire et de la réalisation des gestes chirurgicaux sous anesthésie générale, la patiente a été ventilée en réanimation grâce au prototype de ce nouvel EO, dont le compresseur permet de délivrer de l'oxygène à un débit de 40 L.min⁻¹, à une concentration de 93 ± 3%.

La pression de sortie d'oxygène à 4 ± 1 bars est suffisante pour faire fonctionner le respirateur T-Bird VSO2®, qui à la différence du T-Bird VS ne peut être utilisé avec un EO classique. Pendant ces 22 jours de ventilation contrôlée ou spontanée en aide inspiratoire, aucune bouteille n'a été utilisée, ce qui a permis de réaliser une économie d'environ 400 000 L d'O₂ (soit plus de 150 B13L à 200 bars). Les inconvénients principaux de cet EO sont un encombrement important (dimensions : 1300 x 800 x 700 mm, poids : 135 kg) et un niveau sonore très élevé (environ 70 dB).

4. Discussion

Les extracteurs d'oxygène, appelés également concentrateurs d'oxygène, fonctionnent selon le principe des tamis moléculaires. L'air ambiant passe au contact de structures cristallines minérales synthétiques (aluminosilicates de Ca, Sr, Ba, Na, K ou zéolites) qui absorbent l'azote et enrichissent donc le mélange gazeux en oxygène. Ils utilisent deux technologies différentes :

Dans la plus ancienne ou *Pressure Swing Absorption* (PSA), deux colonnes de zéolites travaillent en alternance, l'une filtre l'air ambiant sous pression, l'autre effectue la désorption à l'air libre, le cycle s'inversant à intervalles réguliers. L'oxygène, fourni alternativement par les colonnes, est stocké dans un volume tampon de 2 litres. Les débits sont inférieurs à 5 l/min⁻¹ et la pression insuffisante pour alimenter un respirateur ou remplir une bouteille.

Dans la nouvelle technologie Advanced Technology Fractionator (ATF), un grand nombre de composants et d'interconnexions sont éliminés, ce qui diminue la masse et le volume de l'appareil. En outre, les deux colonnes de zéolites sont remplacées par un barillet rotatif de douze lits de tamis moléculaires qui fonctionnent par unité de quatre : quatre reçoivent l'air comprimé, quatre purgent l'air vers

l'extérieur et les quatre derniers égalisent les pression entre la désorption et l'adsorption. Contrairement au système PSA, la production d'oxygène est constante et les débits obtenus sont plus élevés, pour un volume sonore théoriquement moindre. Les EO Intégra® et FS 40® utilisent cette nouvelle technologie.

La composition de l'oxygène issu des EO comprend une concentration toujours inférieure à 95%, ne répondant donc pas aux exigences de la pharmacopée européenne ou aux normes aéronautiques, mais celles-ci s'appliquent uniquement à l'oxygène produit par compression/distillation de l'air ambiant. Il n'existe d'ailleurs pas de normes relatives à la qualité de l'air enrichi en oxygène par le principe des tamis moléculaires. En revanche, la composition en humidité, CO₂, méthane, éthane, protoxyde d'azote et des dérivés chlorés est toujours inférieure

aux normes aéronautiques et médicales. Une demande de monographie européenne définissant l'oxygène 93% a été effectuée auprès du parlement allemand.

Conclusion

Les nouveaux extracteurs utilisant la technologie ATF procurent un débit suffisant pour assurer la ventilation mécanique en situation d'exception sans utiliser l'O₂ gazeux, dont une dotation de sécurité reste cependant indispensable en cas de panne ou de nécessité d'obtenir une FiO₂ à 100%. Une nouvelle génération d'extracteurs, couplée à un compresseur, permettra le remplissage des bouteilles d'oxygène et donc une autonomie complète dans ce domaine. ♦

Références

1. Landy C, Nadaud J, Lemoine A, Gagnon N, Plancade P, Favier JC, Rüttimann M. Performances de l'extracteur d'oxygène (EO) de nouvelle génération Intégra® (SeQual™) en situation d'exception. Congrès Urgences 2009, Paris, 3 juin 2009.
2. Carpentier JP, Pouliquen G, Sergent H. Extracteurs d'oxygène en anesthésie-réanimation. Dix-sept ans de l'histoire du Service de santé des armées. *Médecine et armées* 1999 ; 27 : 301-308.
3. Buffat JJ, Thonnier C, Diraison Y, Bourdais A, Mayere JP, Haudrechy D. Place des extracteurs d'oxygène pour l'anesthésie en situation de catastrophe. *Bull Mem Soc Med Paris* 1982 ; 10 : 170-180.
4. Le Guern G, Dumas P, Genco G, Caroff P, Belat C, Dalger JM, Puidupin M. L'alimentation en oxygène en temps de guerre. Perspectives actuelles. *Cahiers Anesth* 1994 ; 42 : 539-44.
5. Carpentier JP, Gosset S, Carjuzaa A, Coursange F, Aubert M. Extracteur d'oxygène et ventilation contrôlée pour anesthésie en situation d'exception. *JEUR* 1990 ; 3 : 27-33.
6. Buffat JJ, Bonsignour JP, Brinquin L, Naudan P, Lebéver Y, Rague P. Les extracteurs d'oxygène en situation de catastrophe. *Convergences médicale* 1987 ; 6 : 219-223.
7. Rouvier B, Vasseur P, Bonsignour JP, Diraison Y, Le Guern G. Anesthésie et pénurie de fluides médicaux. In : Mises au point en anesthésie-réanimation 1989, Paris : MAPAR éditions ; 1989. p 249-256.

Rupture diaphragmatique traumatique responsable d'une hernie hépatique intrathoracique

MC Stéphane Mérat^{1,2}, MC Christophe Cazères^{1,3}, MC Arnaud Marty^{1,4}, MP Xavier Attrait⁵

1. 7^{ème} Antenne Chirurgicale Parachutiste. 2. Département d'anesthésie-réanimation, HIA du Val de Grâce, Paris. 3. Service de chirurgie viscérale, Hôpital d'Instruction des Armées Laveran, Marseille. 4. Service de chirurgie orthopédique HIA Legouest, Metz. 21^{ème} Régiment d'Infanterie de Marine, Fréjus.

Introduction

Les traumatismes diaphragmatiques sont rares et surviennent chez 0,8 à 8% des patients victimes d'un traumatisme fermé⁽¹⁾. Bien qu'un diagnostic et un traitement précoces soient préférables, les lésions de l'hémi-diaphragme droit sont souvent diagnostiquées avec retard.

La tomодensitométrie et l'échographie abdominales ont fait la preuve de leur efficacité pour la mise en évidence des lésions du diaphragme, mais en l'absence de ces moyens d'imagerie le diagnostic d'une

lésion diaphragmatique est beaucoup plus problématique⁽¹⁾. Malgré ses limitations, la radiographie demeure efficace pour détecter une rupture diaphragmatique dans un contexte d'urgence.

Nous rapportons le cas d'un homme victime d'un traumatisme thoracique fermé après une chute de 4 mètres. L'examen clinique et la radiographie thoracique ont permis le diagnostic de rupture diaphragmatique responsable d'une hernie hépatique intra thoracique. Le patient a bénéficié du traitement de la rupture de l'hémi-diaphragme droit par thoracotomie.

Cas clinique

Pendant une randonnée dans l'Est du Niger un homme de 57 ans sans antécédent médical ou chirurgical notable était victime d'une chute accidentelle de quatre mètres, immédiatement suivie d'une perte de connaissance de quelques secondes.

L'évacuation médicale n'était réalisée que 24 heures après l'accident, par hélicoptère puis par avion. Pendant l'évacuation le patient n'a pas présenté de défaillance hémodynamique et neurologique. Il existait une détresse respiratoire modérée (SpO₂ :



Figure 1. Ascension de la coupole diaphragmatique droite.

95% sous O₂ : 6 l/min), des douleurs importantes et un hématome du flanc droit. A l'arrivée à l'antenne chirurgicale de N'Djamena, le patient était stable sur le plan hémodynamique (PA : 135/85 mmHg et FC : 90 cpm), mais présentait un emphysème sous-cutané du flanc droit. Le murmure vésiculaire était très diminué dans l'hémithorax droit, uniquement perceptible dans le tiers supérieur. Le reste de l'examen mettait en évidence des lésions multiples de la face et du crâne (temporales et pariétales droites). L'abdomen était souple, des bruits hydro-aériques étaient perceptibles.

Les examens radiographiques révélaient un épanchement pleural modéré, un élargissement du médiastin, un emphysème sous-cutané et des fractures des 7^{ème}, 8^{ème} et 9^{ème} côtes (figure 1). Devant une ascension de l'hémidiaphragme droit, une hernie hépatique trans-diaphragmatique était évoquée. Les investigations biologiques montraient une cytolysse hépatique mais l'absence d'anémie.

Le diagnostic était confirmé lors d'une thoracotomie droite au cours de laquelle la rupture diaphragmatique était suturée (figure 2).

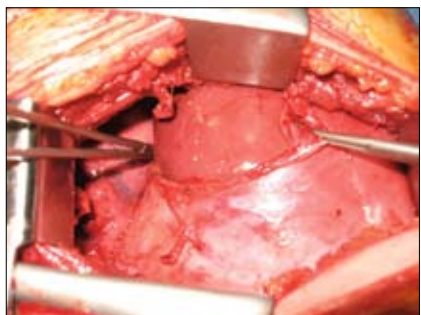


Figure 2. Rupture diaphragmatique.

48 heures après l'intervention initiale, le patient était évacué vers la France. A son admission, une tomодensitométrie objectivait une contusion pulmonaire droite, une fracture hépatique des segments III, IV et VIII accompagnée d'un épanchement biliaire, d'un épanchement dans le cul de sac de Douglas et de fractures des apophyses transverses des vertèbres lombaires L2, L3 et L4.

Discussion

Les ruptures diaphragmatiques constituent un défi diagnostique dont le pronostic dépend des lésions associées. Elles peuvent facilement passer inaperçues, ce qui majore de façon importante leur morbidité et leur mortalité. Plusieurs séries rapportent l'existence d'une rupture diaphragmatique dans 0,8 à 5% des traumatismes abdominaux fermés (2,3). 75% des ruptures diaphragmatiques surviennent dans un contexte de traumatisme abdominal fermé avec une mortalité de 17% (3). Grâce à l'effet protecteur du foie, les ruptures de l'hémidiaphragme droit sont moins fréquentes qu'à gauche (3) (24% des cas). Le mécanisme comporte une augmentation brutale et importante de la pression abdominale, jusqu'à dix fois la pression initiale, provoquant une rupture dans la zone de moindre résistance, la portion tendineuse centrale et non étirable du diaphragme (3,4).

Diagnostic et traitement précoces sont souhaitables ; le diagnostic est réalisé avant l'intervention dans 43,5% des cas (3). Lorsque, après le traumatisme initial, une ascension du diaphragme persiste, qu'il existe une acidose inexplicée ou que l'hypoxémie se majore, une hernie trans-diaphragmatique d'un organe abdominal doit être suspectée. Ceci est particulièrement vrai en présence d'autres signes évocateurs d'un traumatisme violent comme des fractures costales multiples, des lésions hépatiques ou spléniques, ou la notion d'une décélération brutale (2,3).

Malgré les limitations de l'examen, une rupture diaphragmatique peut-être suspectée à partir d'une radiographie de thorax. Néanmoins les données de la littérature rapportent que les examens radiologiques initiaux permettent le diagnostic dans seulement 20 à 34% des cas (27 à 60% à gauche et seulement 17% lorsque la rupture est à droite)(1,5).

Pour ce diagnostic, l'échographie abdominale est une technique d'imagerie efficace en complément de la radiographie thoracique. Elle peut être réalisée dès la phase initiale de la prise en charge du polytraumatisé afin d'explorer le diaphragme. Dans certains cas la rupture diaphragmatique est directement visualisée (5,6).

Dans la plupart des cas de rupture diaphragmatique, la tomодensitométrie est le moyen d'imagerie le plus performant (7,8). La tomодensitométrie hélicoïdale a permis d'augmenter, dans les années 90, les performances du scanner pour le bilan lésionnel des polytraumatisés (1,5). Elle met en évidence des éléments évocateurs de lésion diaphragmatique comme une solution de continuité située sur le diaphragme ou une hernie intrathoracique d'organes abdominaux.

L'IRM procure des images coronales ou sagittales qui permettent de visualiser précisément l'hémidiaphragme, même en présence de mouvements respiratoires ou cardiaques. Cependant, cette technique n'est pas parfaitement adaptée au bilan lésionnel d'un polytraumatisé (1,5,7).

Il est admis que seules la radiographie, l'échographie abdominale et la tomодensitométrie apportent rapidement des informations fiables dans le cadre de l'urgence (7). Bien que très sensibles et spécifiques, la tomодensitométrie abdominale et l'IRM ne sont pas réalisables dans tous les cas de polytraumatisme. L'échographie est alors un moyen performant pour diagnostiquer une rupture diaphragmatique. En situation d'isolement, c'est très souvent l'exploration chirurgicale qui permet le diagnostic.

Conclusion

Dans les suites d'un traumatisme abdominal fermé, le diagnostic et le traitement d'une hernie hépatique par rupture diaphragmatique sont des urgences. En situation d'isolement, où tous les moyens d'imagerie ne sont pas disponibles, l'examen clinique et la radiographie thoracique sont les principaux outils diagnostiques. En définitive c'est la thoracotomie qui permet souvent de confirmer les hypothèses diagnostiques. ♦

Références

1. Iochum S, Ludig T, Walter F, Sebbag H, Grosdidier G, Blum AG : Imaging of diaphragmatic injury: a diagnostic challenge? *Radiographics* 2002; 22 (suppl): 103-16.
2. Boulanger BR, Milzman DP, Rosati C, Rodriguez A : A comparison of right and left blunt traumatic diaphragmatic rupture, *J Trauma* 1993; 35: 255-60.
3. Shah R, Sabanathan S, MearnsAJ, Choudhury AK : Traumatic rupture of diaphragm, *Ann Thorac Surg* 1995; 60 : 1444-9.
4. Cupitt JM, Smith MB : Missed diaphragm rupture following blunt trauma, *Anaesth Intensive Care* 2001; 29 : 2992-6.
5. Eren S, Kantarci M, Okur A : Imaging of diaphragmatic rupture after trauma, *Clinical Radiology* 2006; 61, 467-77.
6. Blaivas M, Brannam L, Hawkins M, Lyon M, Sriram K : Bedside emergency ultrasonographic diagnosis of diaphragmatic rupture in blunt abdominal trauma, *Am J Emerg Med* 2004; 22 : 601-4.
7. Eren S, Ciris F : Diaphragmatic hernia: diagnostic approaches with review of the literature, *Eur J Radiol* 2005; 54 : 448-59.
8. Killen KL, Mirvis SE, Shanmuganatan K : Helical CT of diaphragmatic rupture caused by blunt trauma, *AJR Am J Roentgenol* 1999 ;173 : 1611-6.

Pharmacologie anesthésique au service de l'humanitaire : « vieux produits », nouvelles missions

MC Marc Puidupin, IACS Patrice Ollivier, MC Jean Yves Martinez, IHA F. KLACK
Département anesthésie-réanimation-urgences-CITERA, Hôpital d'instruction des armées Desgenettes, Lyon

L'anesthésie dans les pays en voie de développement, cadre de l'action humanitaire, se déroule le plus souvent dans une situation de pénurie très éloignée de notre pratique quotidienne. Ce contexte conditionne le choix de « vieux produits » anesthésiques qui sont ordinairement peu ou plus utilisés dans nos pays.

De fait, un manque d'habitude ou une méconnaissance de règles d'emploi particulières à ces agents peut aggraver des conditions de sécurité déjà précaires. Ainsi une réappropriation de ces produits et une adaptation des techniques en tenant compte de la balance bénéfice/risque, doivent aboutir à des protocoles d'anesthésie et d'analgésie robustes.

I. Anesthésie dans les pays en voie de développement : particularités

L'action humanitaire a pour cadre des pays où les carences du système de santé sont liées à différents contextes :

- Situation de crise (conflit armé, catastrophe naturelle) justifiant des interventions d'urgences qui ne peuvent être que limitées dans le temps.
- Développement limité du système de santé lié à la récurrence des crises ou au contexte économique, qui doit conduire à des actions de reconstruction durables.
- S'y ajoutent des programmes spécifiques visant à traiter des pathologies particulières sans solution locale (chirurgie maxillo-faciale reconstructrice dans le cas du Noma ou chirurgie des fistules vésico-vaginales par exemple).

Les différents niveaux des hôpitaux conditionnent les chirurgies pratiquées dans chaque centre : des hôpitaux de district qui pratiquent des chirurgies d'urgence simples (appendicectomie, césarienne) jusqu'aux hôpitaux de référence de niveau national ⁽¹⁾. La pratique de l'anesthésie souffre de grandes disparités entre les pays et, à l'intérieur de chacun, entre la capitale et les districts, victimes souvent d'une pénurie de moyens : approvisionnement aléatoire, isolement des infirmiers anesthésistes travaillant seuls (50%), formés sur le terrain sans possibilité de formation continue ⁽²⁾.

En 1998, une étude en Afrique francophone subsaharienne rapportait la très faible médicalisation avec un ratio de 1/799 180 contre 1/7250 habitants en France pour les médecins anesthésistes-réanimateurs et de 1/112 327 pour les infirmiers anesthésistes avec plus de praticiens dans la capitale qu'en province ⁽³⁾.

Dans un environnement à bas niveau socio-économique où la population doit payer elle-même sa prise en charge, voire fournir les médicaments et matériels, la pénurie est souvent la règle ^(4,5) : respirateur dans 66% des salles d'opérations, utilisés dans 30% des cas seulement par défaut de maintenance ou de formation ; moni-

toring réduit à la clinique et à un brassard à tension, électrocardioscope dans 40% des sites, oxymètre de pouls dans 14% et capnographe, moins de 2%. La pénurie concerne la maintenance des matériels (qui sont parfois mis sous clé en dehors des heures de service !), la logistique : groupe électrogène, circuit d'aspiration, oxygène ⁽²⁾, le matériel à usage unique (aiguilles, seringues, sondes), enfin en médicaments anesthésiques et d'urgence. L'organisation est à l'avenant avec seulement 71% de patients vus en consultation d'anesthésie, une feuille d'anesthésie pour 74% des actes, 24% de séjour SSPI ^(2,6). Dans ce contexte les patients sont très souvent pris en charge en urgence (56%) ; la chirurgie, tardive, pour des difficultés d'accessibilité aux soins : distance d'avec les hôpitaux, temps perdu pour la recherche de médicaments, de sang ou de financement.

Cependant les anesthésies concernent le plus souvent des patients avec peu de comorbidités (ASA 1-2 : plus de 94%) ⁽⁷⁾. L'anesthésie générale (AG) est souvent utilisée (53 - 80%), fréquemment en ventilation spontanée (60%) ^(6,7). Les produits utilisés sont principalement la kétamine ou le thiopental, l'halothane, le fentanyl, la succinylcholine, le vécuronium, le pan-

curonium, le diazépam, l'atropine et l'adrénaline, plus rarement le propofol le gammaOH ou l'éphédrine ^(1,6,7,8). Si les règles de sécurité et de technicité sont respectées, l'anesthésie locorégionale, rachianesthésie essentiellement, s'adapte bien aux conditions de travail et économiques (pas de consommation d'oxygène et faible coût en produits) ^(9,10). Les agents sont surtout la lidocaïne 1% et 5% puis la bupivacaïne 0,5%, rarement hyperbare ^(1,2,8).

L'analyse de la morbidité-mortalité retient que les incidents périopératoire surviennent surtout au décours d'une AG (69%, 2/3 d'origine cardio-vasculaire et 1/3 respiratoire), surtout en obstétrique et en pédiatrie ⁽¹¹⁾, du fait du manque de formation ou de l'absence de praticiens, avec beaucoup de morts anesthésiques évitables ^(4,6). La mise en place d'une SSPI efficace, la promotion de l'ALR (47% en 2008 contre 8 % en 2002), la disponibilité de la succinylcholine, permettent de réduire les complications respiratoires ^(6,7).

Des actions de formation en partenariat avec les acteurs locaux telles qu'elles sont menées par l'Institut international de formation en anesthésie réanimation et médecine d'urgence (IIFARMU) ou la SFAR par exemple, contribuent à améliorer grandement la sécurité d'anesthésie malgré le contexte de pénurie ^(3,12).

Les missions humanitaires structurées, tenant compte de cet état des lieux, proposent comme Médecins Sans Frontières (MSF) deux kits (soit trois tonnes de matériel) en ouverture de mission ⁽¹³⁾. Les respirateurs et vaporisateurs proposés ont disparu depuis longtemps de nos blocs opératoires mais sont adaptés à ces missions : respirateur type Monnal™ (Taema), système OMV (Oxford Miniature Vaporizer) ou cuve draw over anaesthesia permettant la délivrance de l'halothane.

2. Pharmacologie des produits utilisés dans le cadre de missions humanitaires

2.1. Halothane

L'halothane, par son faible prix de revient et sa polyvalence, est l'anesthésique inhalé le plus fréquemment utilisé dans les pays en voie de développement. Il permet l'induction anesthésique par inhalation pour la pédiatrie et l'entretien de l'anesthésie. Il est accusé, en raison de ses effets cardiovasculaires, d'être responsable d'une morbi-mortalité sous estimée et évitable. L'halothane est plus soluble dans le sang que le sévoflurane. Sa CAM en O₂ pur est de 0,75 versus 2 pour le sévoflurane, ce qui explique une induction et un réveil plus longs. Pour raccourcir ces phases, il



est tentant d'augmenter les concentrations affichées sur la cuve : cette technique dangereuse doit être très progressive car elle expose aux accidents cardiovasculaires par surdosage brutal. L'induction reste plus rapide chez le petit enfant pour lequel la CAM est légèrement augmentée : 1,20% entre 1-6 mois et 0,91% entre 1-5 ans. Les effets cardiovasculaires, marqués chez l'enfant de moins d'un an, sont une bradycardie et une diminution dose-dépendante de la contractibilité myocardique. L'halothane favorise la survenue de troubles du rythme et allonge la conduction auriculo-ventriculaire. Une prémédication intra-veineuse ou en intra-rectale par l'atropine (10-20 µg/kg) diminue le risque de bradycardie. La mise en place d'un stéthoscope précordial détecte l'assourdissement des bruits du cœur qui précède l'hypotension et la bradycardie liées au surdosage. L'induction doit être progressive avec surveillance constante des pupilles, de la fréquence cardiaque et de la pression artérielle. Une co-induction morphinique ou avec du protoxyde d'azote limite la concentration inhalée. Le passage de la ventilation spontanée à la ventilation assistée est une période critique où surviennent la majorité des accidents; la concentration inhalée doit être réduite dès l'intubation. Enfin dans ce contexte il faut se méfier de la fiabilité des évaporateurs dont la maintenance peut être relative.

2.2. Kétamine

La kétamine est un agent anesthésique à forte dose et analgésique à faible dose. Outre son faible coût, son adaptation aux situations cliniques spécifiques des pays en voie de développement en font la molécule la plus présente, parfois le seul hypnotique disponible dans les hôpitaux de district ^(8,14). La kétamine est très maniable

de par sa facilité de conservation, ses voies d'administration multiples (intra-veineuse, intramusculaire, intra-rectale, intranasale), son absence de toxicité et d'histaminolibération, ses effets stimulants cardiovasculaires, son action bronchodilatatrice et la discrétion de ses effets dépresseurs sur la ventilation. Son délai d'action est de une minute et la durée d'action de 10 à 15 min pour un bolus. Sa demi-vie d'élimination d'environ 2 heures régit les effets tardifs « dissociatifs » (agitation, délires et hallucinations). Les effets cardio-circulatoires sont la résultante d'une action sympathomimétique centrale, d'une inhibition du recaptage des catécholamines, d'un effet inotrope positif et d'un effet direct vasodilatateur qui justifie une diminution des doses chez le patient choqué. L'association de la kétamine à un autre agent vise à obtenir un profil de narcose plus classique et à limiter ses effets secondaires. Si le propofol réalise avec la kétamine une « association anesthésique idéale », il n'est pas toujours disponible ; de même en association, le midazolam serait préférable au diazépam (réveil plus rapide et plus calme sans phénomènes mnésiques) mais c'est ce dernier qui est en général disponible ⁽¹⁶⁾. Les phénomènes sécrétoires sont diminués par l'atropine qu'il faut administrer 30 min avant l'induction.

2.3. Fentanyl

Le fentanyl est le moins onéreux et donc le plus disponible des quatre morphinomimétiques dérivés de la phénylpipéridine : fentanyl, alfentanil, sufentanil et rémifentanyl. Il est 50 à 100 fois plus puissant que la morphine, aussi puissant que le rémifentanyl, 10 fois moins que le sufentanil et 10 fois plus que l'alfentanil. Son pic d'action à plus de trois minutes est comparable à celui

du sufentanil. Sa demi-vie contextuelle (qui augmente avec la durée de la perfusion) est nettement plus longue que celle du sufentanil : après 30 min de perfusion : 30 versus 10 min et après 4 heures de perfusion : 270 versus 40 min¹⁹, ce qui devrait faire éviter les administrations prolongées. Comme le sufentanil, le fentanyl est utilisable par voie péridurale et rachidienne.

2.4. Lidocaïne

La lidocaïne à 5% pour rachianesthésie est un « vieux produit » qui n'est plus dans nos blocs depuis la survenue de syndromes de la queue de cheval mais qui reste très utilisé dans les pays en voie de développement ⁽¹⁰⁾. Il convient de diluer la lidocaïne pour la ramener à 2 ou 2,5 %, éventuellement par l'adjonction de fentanyl.

3. Exemples de prises en charge anesthésique et analgésiques

L'élaboration de protocoles simples pour l'utilisation de la kétamine et de l'halothane est un facteur d'amélioration de la sécurité ⁽¹⁸⁾.

La prise en charge d'un patient choqué (urgence obstétricale ou traumatologique) peut associer : kétamine (0,5-1 mg/kg), succinylcholine (1 mg/kg) pour l'induction en séquence rapide, suivi de fentanyl (1-3 µg/kg) puis entretien par réinjections de kétamine (même dose), de fentanyl (1 µg/kg) avec curarisation éventuelle par du vécuronium.

Pour un pansement de brûlé chez un enfant de 4 ans, l'anesthésie intrarectale associant kétamine (10-12 mg/kg), midazolam (0,3 mg/kg) ou diazépam (0,1 mg/kg) et atropine (10-20 µg/kg) est simple mais prolonge l'induction sur 20 à 30 min. La résorption variable de la voie rectale peut nécessiter un complément par une anesthésie inhalatoire par de faibles concentrations d'halothane en ventilation spontanée sans négliger le monitoring par stéthoscope précordial.

Conclusion

La pratique de l'anesthésie en mission humanitaire nécessite une adaptation de notre pratique à la réalité du terrain, avec des choix éclairés par une bonne connais-

sance des produits utilisés et l'évaluation du rapport bénéfice/risque.

Une formation préalable aux missions, mais aussi la collaboration et les échanges avec les acteurs locaux de l'anesthésie doivent contribuer à améliorer la sécurité anesthésique dans les pays en voie de développement. L'élaboration de procédures adaptées, la mise en œuvre d'actions de formation, et la volonté de faire progresser l'anesthésie, font partie de toute mission humanitaire. ♦

Remerciements au docteur Laurent Mathon (Médecins sans frontières), à l'IACS Hervé Bridier, à l'IACS Stéphane Rivalan (infirmier anesthésiste en Mission militaire de Coopération au Tchad), au médecin colonel Madian Mohamed (anesthésiste à Djibouti) et au docteur Alain Bonnet pour leur témoignage récent sur la pratique anesthésique dans les pays en voie de développement.

Références

- Muhizi J, Carré I, Uwambazimana J et al. Anesthésie-réanimation au Rwanda. *Oxymag* 2004 ; 77 : 26-8.
- Adnet P, Diallo A, Sanou J et al. Pratique de l'anesthésie par les infirmier(e)s en Afrique francophone subsaharienne. *Ann Fr Anesth Réanim* 1999 ; 18 : 642-6.
- Sanou I, Vilasco B, Obey A et al. Evolution démographique des praticiens d'anesthésie en Afrique francophone au sud du Sahara. *Ann Fr Anesth Réanim* 1999 ; 18 : 642-6.
- Walker IA, Wilson IH. Anaesthesia in developing countries-a risk for patients. *Lancet* 2008 ; 371: 968-9.
- Hodges SC, Mijumbi C, Okello M et al. Anaesthesia services in developing countries: defining the problems. *Anaesthesia* 2007; 62 : 4-11.
- Binam F, Lemardeley P, Blatt A et al. Pratiques anesthésiques à Yaoundé (Cameroun). *Ann Fr Anesth Réanim* 1999 ; 18 : 647-56.
- Ouro-Bang'na Maman AF, Agbétra N, Egbohoun P et al. Morbidité-mortalité dans un pays en voie de développement : expérience du CHU de Lomé (Togo). *Ann Fr Anesth Réanim* 2008 ; 27 : 1030-3.
- Seka Gad Assina. Pratique anesthésique au Tchad en 2001. Thèse de doctorat en médecine. Université d'Abomey Calavi (Bénin) : Cotonou. Available at : <http://www.ialtchad.com/dossierthesemedecine.htm>
- Faisy C, Gueguen G, Lanteri-Minet M et al. Intérêt économique des anesthésies locorégionales en zone déshéritée. *Med Trop* 1996 ; 56 : 367-72.
- Carpentier JP, Banos JP, Brau R, et al. Pratique et complications de la rachianesthésie en milieu tropical africain. *Ann Fr Anesth Réanim* 2001 ; 20 : 16-22.
- Ouro-Bang'na Maman AF, Kabore R, Zoumenou E, Gnassingbe K, Chobli M. Anesthesia for children in Sub-Saharan Africa - a description of settings, common presenting conditions, techniques and outcomes. *Pediatric Anesthesia* 2009 ; 19: 5-11.
- Hernigou E. Deux années pour promouvoir l'anesthésie au Tchad. *Oxymag* 2006 ; N° 87 : 27-9.
- Muller C, Lassalle X. IADE en mission humanitaire, d'une pratique de terrain à une démarche qualité. *Oxymag* 2007 ; 92 : 4-9.
- Chobli M, Sanou J. Avantages de la kétamine dans les pays en développement. In : Mion G, Ed. Kétamine. Paris : Arnette ; 2003. p 213-23.
- Bonanno FG. Kétamine in war/tropical surgery (a final tribute). *Int. J. Care Injured* 2002 ; 33 : 323-7.
- Mion G, Chazalon P, Pelletier C et al. Association de la kétamine avec d'autres agents. In : Mion G, Ed. Kétamine. Paris : Arnette ; 2003. p 145-58.
- Barvais L. Quel morphinique pour quelle intervention ? In: SFAR, Ed. Conférences d'actualisation. 40e Congrès national d'anesthésie et de réanimation Paris : Elsevier ; 1999. p 295-307.
- Hodges SC, Hodges AM. A protocol for safe anesthesia for cleft lip and palate surgery in developing countries. *Anaesthesia* 2000; 55: 436-41.

Séisme au Sichuan : intégration d'urgentistes français au sein du dispositif hospitalier chinois et transmission du concept de médicalisation de l'avant

MP J.G. Houël¹, MP François Xavier Brocq², MC Christian Decanlers¹, MCS Jean Pierre Carpentier³

1. Unité d'instruction et d'intervention de la sécurité civile n°1, UIISC 1, Nogent Le Rotrou. 2. UIISC 7, Brignoles. 3. Commandement des formations militaires de la sécurité civile, COMFORMISC.

Introduction

Le 12 mai 2008, la province chinoise du Sichuan est frappée par un terrible séisme de magnitude 7,9 sur l'échelle de Richter. Dès que la Chine sollicite l'aide internationale, la France apporte immédiatement son soutien par l'expédition de matériel logistique et propose l'envoi de plusieurs types de détachements pour venir en aide aux populations sinistrées. (Fig. 1).

Les dix jours écoulés entre la catastrophe et la demande d'aide internationale ne permettent plus l'envoi d'un détachement spécialisé dans le secours-déblaiement, utile sur le terrain essentiellement dans les premiers jours qui suivent le sinistre.

Le secours-déblaiement médicalisé est une des spécificités des Formations Militaires de la Sécurité Civile (ForMiSC), qui arment en permanence deux DICA (Détachement d'Intervention Catastrophe Aérotransportable) de 60 personnels chacun, préparés et projetables à tout moment en tout point du globe en moins de trois heures.

Le choix retenu par la Chine est celui d'équipes médicales constituées (médecins, infirmiers et auxiliaires sanitaires) envoyées en renfort d'un établissement hospitalier avec l'éventualité de soins itinérants à partir d'un poste de soins projetable.

1. Préparation

La préparation de la mission sur un court préavis est facilitée par l'aide de l'unité de veille sanitaire (MC Hupin) de l'IMTSSA (Institut de Médecine Tropicale du Service de Santé des Armées) basée au Pharo à Marseille. La difficulté de cette mission est de se rendre dans un pays de la taille d'un continent où peu de médecins français ont déjà exercé. Ainsi, l'étude du pays, de ses risques sanitaires habituels et de ceux liés à la catastrophe, permet d'affiner les besoins en médicaments et matériels spécifiques (ex : épidémie saisonnière de peste et de borréliose nous conduisant à augmenter notre stock de cyclines).

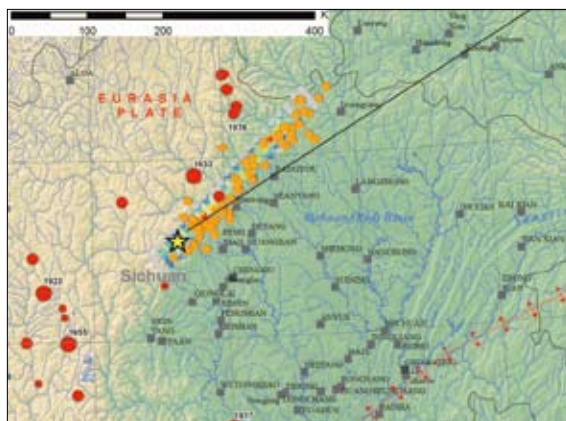


Figure 1. Le séisme et ses répliques.

L'évaluation du risque radiologique est ici un facteur essentiel de la préparation. En effet, à proximité de Guangyuan est implantée une usine de retraitement d'uranium et plusieurs sources évoquaient l'atteinte possible d'installations nucléaires avec des fuites et des projections de radioéléments dans la zone sinistrée. Ainsi, nous avons équipé le détachement de dosimètres passifs et actifs et d'un stock suffisant de iodure de potassium.

2. Le détachement français

Envoyé sous l'égide du ministère des affaires étrangères du 24 mai au 06 juin 2008, il était composé de personnels de la Direction de la Sécurité Civile (DSC) : 10 personnels des Formations militaires de la Sécurité Civile (ForMiSC), des Unités d'Instruction et d'Intervention de la Sécurité Civile (UIISC) n°1 de Nogent-le-Rotrou et n°7 de Brignoles, et trois personnels des Services Départementaux d'Incendie et de Secours (SDIS) du Val d'Oise et de l'Essonne. Soit trois équipes médicales mixtes (un médecin, un infirmier, un auxiliaire-sanitaire) sous la direction d'un médecin-chef, conseiller santé, d'un chef de détachement et de deux logisticiens.

3. L'hôpital de Guangyuan

A l'arrivée, les autorités chinoises ont affecté le détachement français à l'hôpital central de la ville de Guangyuan

(3 millions d'habitants), située à 300 km au nord de l'épicentre. Si la ville déplorait peu de destructions et de victimes directes, elle représentait un site privilégié pour l'accueil des évacuations sanitaires (EVASAN) en provenance des villes les plus touchées à proximité de l'épicentre. Néanmoins, les répliques quotidiennes et les nombreuses fissures sur les bâtiments (dont l'hôpital) témoignaient de l'ampleur de la catastrophe initiale. Ainsi la quasi-totalité de la population avait quitté son logement pour dormir sous tente en attendant que les autorités chinoises conseillent le retour dans les foyers. Le 25 mai 2008, une réplique de 6,7 secouait la ville, la plus forte recensée depuis la première secousse.

L'hôpital, 600 lits, bénéficiait d'un plateau technique performant (scanner, IRM, caisson hyperbare, service de neurochirurgie, d'hémodialyse...) et d'une impressionnante ressource en personnel grâce à de très nombreux volontaires venus de tout le pays (d'hôpitaux d'autres régions). Les chiffres de 250 médecins et 350 infirmières officiant jour et nuit, ont été avancés. Par exemple, en fin de nuit, trois médecins exercent dans le service de réanimation pour quatre patients. En prévision de nombreuses répliques potentiellement violentes et destructrices, certains blessés stabilisés après interventions chirurgicales (orthopédiques) ont été transférés par train sanitaire à l'autre bout du pays pour libérer des lits (Fig. 2).



Figure 2 - Evacuation par voie ferrée.

La qualification des équipes françaises en urgence préhospitalière a déconcerté le directeur de l'hôpital qui attendait plutôt des chirurgiens. Nous avons donc été affectés au service des urgences, qui comprenait le service mobile de secours (Fig. 3 : ambulance 120). Le poste de soins projetable n'a pas été monté en raison du refus des autorités chinoises de le déployer plus à proximité du séisme où les soins et les conditions sanitaires semblaient plus précaires. Les matériels et les médicaments qui le composaient ont été utilisés au sein du service des urgences.

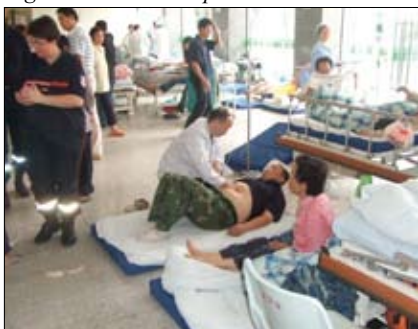


Figure 3. Accueil d'une victime aux urgences.

Dans ces circonstances de catastrophe, le service des urgences avait modifié son organisation, ayant eu à gérer des afflux massifs de blessés dans les jours qui ont suivi le séisme :

- triage sous tente dans la cour de l'hôpital (où étaient placées des rangées de brancards) face aux urgences, ou simple orientation médicale en l'absence de flux massif pendant notre présence, prescription immédiate d'examens complémentaires biologiques ou radiologiques : radiographies, échographies, voire tomographies obtenues très rapidement.
- Aiguillage du patient avec ses résultats auprès du médecin ou du chirurgien qui assurait les consultations externes (parfois directement en chirurgie pour intervention ou hospitalisation).
- hospitalisation de courte durée (Fig. 4).

Figure 4. Service hospitalier délocalisé.



A la suite des répliques qui ont endommagé la structure des bâtiments, de nombreux services spécialisés se sont réfugiés dans les trois premiers étages de l'hôpital, dans le hall de l'hôpital (avec réorganisation des lits à ce niveau), et à l'extérieur sous tente. Tous les autres étages ont été désertés pendant notre présence dans l'établissement, diminuant en conséquence la capacité d'hospitalisation.

4. La médicalisation de l'avant

Trois trinômes assuraient 24H/24 une garde aux urgences de l'hôpital pour l'accueil des blessés et des malades et de façon simultanée les départs en ambulance 120. Notre participation au sein de l'organisation était limitée car la démarche médicale y était la plus simple possible. Nous trouvions plutôt notre place en accompagnant le patient dans le service des consultations externes pour la réalisation de sutures, de pansements, la mise en route et la délivrance d'antibiothérapies, de vaccinations anti-rabiques ou anti-tétaniques. Quelquefois, notre rôle se limitait au simple conseil médical.

Notre intégration au service mobile de secours, partie intégrante du service des urgences, s'est faite progressivement en 48 heures, les premières sorties s'étant réalisées conjointement avec les équipes chinoises, dont les techniques de prise en charge sur le lieu de l'intervention étaient les plus succinctes possible. En effet, la philosophie pré-hospitalière y est dominée par un relevage très rapide sans médicalisation ni sédation-analgésie, ni monitoring, ni immobilisation, et un transport très rapide. Nous touchions le véritable concept du « scoop and run » (Fig. 5).



Figure 5. AVP.

Après une première phase d'observation et d'adaptation, tout en tenant compte des spécificités culturelles et techniques locales, nous avons pu exercer progressivement une médecine pré-hospitalière incluant le concept de médicalisation de l'avant et



Figure 6. Collaboration sino-française.

permettant de transmettre cette expérience aux équipes chinoises (Fig. 6).

Les départs primaires correspondaient principalement aux urgences rencontrées dans toutes les agglomérations : accidents de la voie publique, malaises, mais avec une prédominance de troubles psychiques post-traumatiques (en particulier autolyses et crises d'angoisse). Contrairement au modèle français où l'intoxication médicamenteuse prédomine pour le passage à l'acte, les conduites d'autolyse observées ici étaient principalement des intoxications (Fig. 7) aux produits agricoles et domestiques (raticides, insecticides...) et des phlébotomies.



Figure 7. Médicalisation de l'avant.

Les départs secondaires avaient un rapport plus direct avec le séisme puisque nous étions amenés à transférer de nombreux patients polytraumatisés des villages avoisinants, plus proches de l'épicentre, vers notre hôpital de rattachement. Les patients étaient pris en charge sur la voie publique, à leur domicile, ou au sein de dispensaires où ils avaient été déposés par leur famille et où les soins se limitaient quelquefois aux démarches administratives et à l'installation sur un lit de fortune. Notre rôle était d'assurer un transport de longue durée, dans les meilleures conditions, par une immobilisation et une analgésie, souvent absente lors de notre prise en charge, ou parfois par la mise en œuvre de technique



Figure 8. Présentation du matériel.



Figure 9. Evacuation par voie ferrée.

de réanimation de l'avant si l'état de la victime le justifiait. En fin de séjour, à la demande des équipes médicales chinoises, le détachement français a réalisé plusieurs séances d'information sur sa politique pré-hospitalière et son matériel d'urgence : sacs d'interventions des médecins, appareils miniaturisés de monitoring et de surveillance ... (Fig. 8). Globalement, l'organisation chinoise des secours a été très efficace grâce à l'innombrable ressource en personnels médicaux et non médicaux, à la patience des malades et des familles chinoises qui acceptaient sans aucune difficulté l'hospitalisation dans des conditions très spartiates, les halls d'accueil et les jardins ayant été transformés en chambres d'hospitalisation, grâce enfin

à leur impressionnante logistique. Nous citerons comme exemple l'évacuation collective par voie ferrée de plus de 20 patients, le lendemain de notre arrivée, en prévision d'un afflux massif de blessés (une centaine était attendue) à la suite de la violente réplique mesurée à 6,7 sur l'échelle de Richter. Nous n'observerons pas cet afflux, l'arrivée des blessés ayant été bien plus progressive, tamponnée par les structures intermédiaires, hôpitaux locaux et postes de secours avancés (Fig. 9).

Conclusion

Si la présence de quatre médecins français a eu un impact tout à fait relatif sur le nombre de patients pris en charge face à l'impor-

tante « main d'œuvre » de tous niveaux déployée sur place, le détachement français, visible de tous en permanence à l'accueil de l'hôpital, fut un indéniable soutien pour la population chinoise, affectée par l'ampleur de la catastrophe et les très nombreuses répliques. Cette mission, déclenchée suite à une catastrophe naturelle, a permis la réalisation d'échanges entre français et chinois : le détachement français a pu observer la remarquable logistique chinoise face à une catastrophe d'amplitude majeure et l'administration chinoise a pu découvrir le concept de médicalisation de l'avant. Elle a permis aussi de tisser des liens avec les urgentistes locaux et leurs autorités, premier pas d'une réelle coopération qui mérite d'être poursuivie. ♦

Cotisations au CARUM et abonnement à Réanoxyo pour 2008

Document à renseigner avec le maximum d'attention. Photocopie possible ou téléchargeable sur le site www.carum.org

Nom : Prénom : Grade : Fonction :

Adresse Professionnelle :

..... Ville : Code postal :

Tél : Portable : E-mail :

SPÉCIALITÉ : Anesthésiste-Réanimateur ; Urgentiste ; Médecin d'unité ; IADE ; IDE ; Autre (préciser) :

TITRE : Agrégé ; Spécialiste ; Assistant ; Interne ; Cadre ; Autre (préciser) :

STATUT : De carrière Réserviste Autre (préciser) :

ABONNEMENT À LA REVUE	Membres du club	Non membres	Institutions
TARIFS 2009	20 €	30 €	100 €

ADHÉSION AU CARUM	MCS, Agrégé, Civil	Spécialiste, Officier supérieur	Médecin, Cadre, Assistant, Interne	IADE, IDE
	50 €	30 €	20 €	15 €

par chèque libellé à l'ordre du CARUM, à faire parvenir à :

MC Eric Morell, CARUM-Réanoxyo - HIA Bégin - 69 avenue de Paris - 94160 Saint Mandé

Mercredi 23 Septembre 2009 - Salle 243 Niveau 2

Président : Fabrice PETITJEANS (LYON)



8h30 - 10h00 : Opérations extérieures

Modérateur(s) : Marc Puidupin (Lyon), Georges Mion (Paris)

- Plaques d'identité et livrets médicaux réduits : l'information ABO-Rh est-elle disponible en opérations extérieures ? D Commandeur (Brest)
- Serpents en Afghanistan : quel est le risque, quels sont nos moyens ? C Giacardi (Brest)
- Evolutions récentes des techniques de production d'oxygène dans les formations sanitaires de campagne. C Landy (Metz)
- Transfusion de sang total en opération extérieure : application au groupement médico-chirurgical de Kaboul. A Benois (Bordeaux)
- Moyens EVASAN par air. Présent et avenir, une évolution nécessaire. M Borne (Paris)

10h30 - 12h00 : Médecine d'armée et pratique médico-militaire

Modérateur(s) : Alain Benois (Bordeaux), Jean-Yves Martinez (Lyon)

- Traumatisés graves : effet d'un protocole de prise en charge sur le temps passé en SAUV. B Prunet (Toulon)
- Perspectives de l'échographie doppler pour l'anesthésiste réanimateur militaire. VB NGuyen (Brest)
- Médecine de l'avant et aéronautique militaire : une approche... si proche. A Puidupin (Marseille)
- Prise en charge des cas de paludisme d'importation dans un HIA. A Lamblin (Lyon)

Plaques d'identité et livrets médicaux réduits : l'information ABO-Rh est-elle disponible en OPEX ?

IHA Diane Commandeur, MP Ba Vinh Nguyen, MP Christophe Giacardi, IHA Marc M Danguy des Déserts, MC Medhi Ould-Ahmed
Département Anesthésie Réanimation Urgences, HIA Clermont-Tonnerre, BREST.

Introduction

Plusieurs textes réglementaires régissent le cadre des plaques d'identité (PI) et des livrets médicaux Réduits (LMR). Le rapport technique du Comité consultatif de santé des armées 2008 « La transfusion sanguine en missions extérieures » confirme leur intérêt. Utilisant ces référentiels, l'objectif de ce travail était d'évaluer :

- 1- les modalités de port de la PI,
- 2- le contenu en information ABO-Rh des LMR
- 3- l'exactitude des mentions ABO-Rh

Méthodes

Avec l'accord du commandement, des enquêtes impromptues étaient réalisées aux points de restauration, du Kosovo (01/2007), de RCI (07/2007) et d'Afghanistan (06/2008). Il était demandé aux militaires français de présenter leur PI. Les données colligées étaient ensuite confrontées à celles du LMR. Une régression logistique a été effectuée à l'aide du logiciel SPSS 15.0.

Résultats

1- Port des PI

593 (29,3%) des 2026 militaires examinés portaient leur PI au cou, 472 (23,3%) ac-

crochée au treillis, 446 (22,0%) dans leur poche et 515 (25,4%) étaient incapables de la présenter instantanément.

- Des différences significatives concernant le port des PI au cou étaient associées :
 - au sexe [femme (17,9%) vs hommes (30,2%)],
 - à l'âge [<25 ans (35%) vs [25-35[(26,9%) vs [35-45[(29,6%) vs ≥ 45 (31,5%)],
 - au grade [Mdr (32,0%) vs S/OffSub (24,9%) vs S/OffSup (24%) vs OffSub (31,9%) vs OffSup (46,4%)],
 - à l'arme [mêlée (40,2%) vs soutien (18,6%)],
 - au théâtre [Kosovo (24,2%) vs RCI (57,1%) vs Afghanistan (17,8%)].
- En analyse multivariée, les odds-ratio pour le port de la PI au cou étaient :
 - pour l'âge : 2,8 pour âge < 25 ans, 1,9 pour [25-35[, 1,7 pour [35-45[vs ≥ 45 ans,
 - le grade : 1,4 pour S/OffSup, 2 pour OffSub, 6 pour OffSup vs Mdr,
 - le type d'arme : 2,8 mêlée vs soutien,
 - le théâtre : 1,5 pour Kosovo, 5,8 pour RCI vs Afghanistan,
 - le sexe n'était pas significatif.

2- Contenu des LMR

Sur le 572 LMR consultés, 412 (72,0%) contenaient une carte de receveur (dont 36 avec une seule détermination), 5 (0,9%)

une carte de donneur, 113 (19,8%) une retranscription manuscrite et 42 (7,3%) aucune information ABO-Rh. L'un d'eux correspondait à une PI non gravée.

3- Exactitude des PI

Sur les 530 LMR contenant une information ABO-Rh, 8 (1,5%) correspondaient à des PI non gravées, 6 (1,1%) à des gravures ABO-Rh fausses.

Discussion

Dans les armées américaines, les erreurs de gravure ABO-Rh tendent à diminuer : 4,2% en 1999 versus 12,2% en 1959.

Nos taux d'erreurs (1,5 et 1,1%) apparaissent plus difficiles à améliorer que le port de la PI (29,3%) et le contenu (65,7%) des LMR. L'information doit être répétée tant le domaine de la transfusion en OpEx est d'actualité dans les conflits en cours.

NDLR : On pourrait s'interroger sur la connaissance de la réglementation et sur les causes de son non respect, l'analyse des mécanismes d'erreur et les possibilités d'amélioration. ♦

Risque ophidien en Afghanistan

MP Christophe Giacardi¹, MP Ba Vinh Nguyen¹, IHA Diane Commandeur¹,
IHA Marc Danguy des Desert¹, MC Medhi Ould-Ahmed¹, MCSHC(2S) Max Goyffon²

I. Département Anesthésie-Réanimation Urgences HIA Clermont-Tonnerre (Brest). 2. Muséum National d'Histoire Naturelle (Paris).

Nous avons été confrontés à une morsure de serpent en Afghanistan, qui heureusement n'a pas été suivie d'envenimation. Mais cet épisode a soulevé beaucoup de questions.

Entité unique en pathologie circonstancielle, l'envenimation ophidienne nécessite un traitement spécifique fondé sur la sérothérapie⁽¹⁾. Les sérums antivenimeux (SAV), de composition complexe, doivent être correctement purifiés, et surtout spécifiques ou para-spécifiques des serpents suspectés. Ce risque doit donc impérativement être anticipé et faire l'objet d'une réflexion bien en amont du théâtre d'opération, encadrée par des herpétologistes.

Les publications référencées sur ce risque en Afghanistan, pays où les guerres se succèdent depuis des décennies, sont restreintes. Il existe des ouvrages avec des références plus ou moins récentes et fiables. Certains sites Internet sont spécialisés sur le sujet, mais sans références communiquées.

L'épidémiologie du risque ophidien peut être évaluée grâce aux estimations des autres pays d'Asie du sud et centrale : 25 à 100 morsures pour 100 000 habitants, dont environ la moitié entraîne une envenimation. Parmi ces envenimations, en l'absence de traitement, une sur 150 est mortelle⁽²⁾.

On peut distinguer les serpents présents sur le sous-continent indien : *Echis carinatus*, *Daboia russelli* et *Bungarus caeruleus*, de ceux qui sont présents en Iran

: *Echis carinatus*, *E. multisquamatus*, *E. sochureki*, *Macrovipera lebetina*, *Agkistrodon halys*, *Pseudocerastes persicus*, *Eristicophis macmahonii* et *Naja oxiana*.

Les SAV les plus pertinents sont fabriqués par les firmes pharmaceutiques indiennes ou pakistanaises et iraniennes. Le SAV iranien est spécifique de *Naja oxiana*, *Echis carinatus*, *Macrovipera lebetina*, *Pseudocerastes persicus*, avec une paraspécificité pour *Echis multisquamatus* et peut-être *E. sochureki*⁽³⁾. Une paraspécificité pour *Daboia russelli* est beaucoup plus hypothétique.

Les SAV indiens et pakistanais ont les mêmes spécificités : *Echis carinatus*, *Daboia russelli*, *Bungarus caeruleus* et *Naja naja*. On sait qu'il n'y a pas de paraspécificité pour *Echis sochureki*, en tout cas aux doses habituelles⁽⁴⁾.

Il n'existe pas de SAV pour *Eristicophis macmahonii*⁽⁵⁾.

En pratique, face à un syndrome vipérin, il semble falloir privilégier le SAV iranien, sauf s'il s'agit de *Daboia russelli*, dont la présence en Afghanistan est controversée. Les arguments cliniques précoces pour une envenimation par la vipère de Russel, par rapport aux autres vipéridés, sont une insuffisance rénale, une rhabdomyolyse, une hémolyse et un collapsus vasoplégique plus fréquents. Mais aucun tableau n'est constant, la fréquence du collapsus ou de l'IRA est au maximum de 30%^(6,7).

Face à un syndrome cobraïque, le SAV iranien est préférable si *Naja oxiana*

est en cause. En revanche, si *Bungarus caeruleus* est soupçonné, il faut préférer les SAV indo-pakistanais. En pratique, *B. caeruleus* semble rare en Afghanistan. L'envenimation par *Naja sp.* est marquée par un syndrome local important (douleur, saignement des marques de morsure, puis ulcération responsable d'une gangrène sèche), avec des signes neurologiques très précoces, peut-être partiellement réversibles avec la prostigmine⁽⁶⁾. Dans le cas de *B. caeruleus*, les signes locaux sont plus réduits (parfois la morsure passe inaperçue, avec des douleurs thoraco-abdominales au premier plan), les signes neurologiques d'installation moins rapide et surtout non améliorés par la prostigmine⁽⁶⁾.

La qualité de ces SAV est assez peu connue. Il s'agit de F(ab')₂, ce qui est préférable d'après les herpétologistes français. Nous n'avons aucune donnée sur la purification de ces SAV.

Le risque ophidien en Afghanistan est bien réel ; même s'il est inférieur à celui de l'Afrique, il est supérieur à celui de la métropole et, dans l'intérêt de nos soldats, ne peut être négligé. Des sérothérapies existent au moins pour les envenimations les plus graves.

NDLR : les fragments F(ab')₂ sont la référence en matière d'immunothérapie passive. Le risque allergique est pratiquement inexistant par rapport aux sérothérapies classiques. La prostigmine a une efficacité très relative. En cas de syndrome cobraïque avéré, le traitement est la ventilation artificielle. ♦

1. Larréché S, Mion G, Goyffon M. Troubles de l'hémostase induits par les venins de serpents. *Ann Fr Anesth Rea*. 2008;27:302-9.
2. Chippaux JP. Snake-Bites: appraisal of the global situation. *Bulletin of the World Health Organization*, 1998, 76:515-524.
3. Chippaux JP, Goyffon M. Production and use of antivenom. In : *Handbook of natural toxins*. Anthony T. Tu Eds. 1992. New York : Marcel Dekker. p 529-552.
4. Kochar DK, Tanwar PD, Norris RL, Sabir M, Nayak KC, Agrawal TD, Purohit VP, Kochar A, Simpson ID Rediscovery of severe saw-scaled viper (*Echis sochureki*) envenoming in the Thar desert region of Rajasthan, India. *Wilderness Environ Med* 2007;18:75-85.
5. den Enden V, Bottieau E. Envenoming by the viperid snake *Eristicophis macmahonii*. *Toxicon* 2005;15:918-20.
6. Punde DP Management of snake-bite in rural Maharashtra: a 10-year experience. *Nat Med J India*. 2005;18:71-5.
7. Warrell DA Snake venoms in science and clinical medicine. Russell's viper: biology, venom and treatment of bites *Trans R Soc Trop Med Hyg* 1989;83:732-40.

Traumatisés graves : effet d'un protocole de prise en charge sur le temps passé en salle d'accueil des urgences vitales

MP Bertrand Prunet¹, IHA Olga Maurin², MDA Guillaume Lacroix¹, MC Guillaume Delort², MC Eric Kaiser¹, MCSHC Bruno Palmier¹.

1 : Service d'Anesthésie - Réanimation, HIA Sainte Anne, Toulon. 2 : Service d'Accueil des Urgences, HIA Sainte Anne, Toulon.

Le nouvel HIA Sainte-Anne inauguré en novembre 2007 dispose d'un plateau technique permettant la prise en charge de traumatisés graves : un service d'accueil des urgences avec deux salles d'accueil des urgences vitales (SAUV), un service d'imagerie médicale comportant un scanner 64 barrettes, une IRM trois teslas et deux salles de radiologie interventionnelle, l'ensemble des spécialités chirurgicales y compris la neurochirurgie et un service de réanimation et de grands brûlés.

Méthodes

Il s'agit d'une étude prospective observationnelle qui a évalué sur six mois le protocole de prise en charge permettant une standardisation de l'accueil des traumatisés graves depuis 2007. Le rôle de chaque intervenant y est défini et l'ensemble est coordonné par un médecin superviseur. Un objectif chiffré de temps de passage en SAUV a été précisé en fonction du niveau de gravité des patients. 3 groupes ont été déterminés en fonction de 3 paramètres recueillis en pré-hospi-

talier : le score de Glasgow, la pression artérielle systolique, la saturation pulsée en oxygène. Le temps de passage en SAUV a été évalué par un chronomètre visible de tous et rappelé oralement toutes les 5 minutes. Notre protocole indique un objectif théorique de durée de passage en SAUV respectivement de 10, 20 et 30 minutes pour les patients des groupes I (instables), II (stabilisés) et III (stables).

Résultats

Le recueil a inclus 32 traumatisés graves : 12, 11 et 9 patients respectivement pour les groupes I, II et III. Les délais moyens de prise en charge ont été respectivement de 14, 25 et 27 minutes.

Discussion

Les délais moyens relevés dans l'étude sont supérieurs aux objectifs théoriques pour les patients des groupes I et II qui sont les plus graves et instables. Or, la prise en charge de ces sujets est une véritable course contre la montre dont l'urgence est le plus souvent

l'hémostase. L'objectif en SAUV est d'identifier l'origine du saignement grâce à des examens rentables : radiographie du thorax de face, radiographie du bassin de face, échographie type « péritoine, plèvres, péricarde », sans retarder le geste d'hémostase salvateur. Les délais fixés étaient arbitraires et peut-être trop audacieux mais ils se sont améliorés avec l'entraînement des équipes et la formation des personnels.

Conclusion

L'accueil d'un traumatisé grave en SAUV doit être standardisé et anticipé. Tous les actes diagnostiques et thérapeutiques qui y sont effectués doivent être justifiés et rentables. La formation de tous les intervenants et l'entraînement régulier doivent être un souci permanent.

NDLR : *il y a lieu de se poser la question de savoir si les 4 et 5 minutes d'écart, mesurées par rapport aux objectifs fixés, ont une pertinence clinique (sur le pronostic des patients). Cette question pourrait faire l'objet d'un travail ultérieur sur une cohorte plus importante de patients.*

Perspectives de l'échographie doppler pour le médecin anesthésiste réanimateur militaire

MP Ba Vinh Nguyen¹, MP Christophe Giacardi¹, IHA Diane Commandeur¹, IHA Marc Danguy des Desert¹, MC Medhi Ould-Ahmed¹

HIA Clermont-Tonnerre, Brest.

La pratique de la médecine militaire opérationnelle doit faire face à des contraintes : isolement, limitation des ressources en matériels médicaux, en médicaments, en énergie électrique, en personnels, délai parfois long avant évacuation sanitaire. Elle se doit de répondre malgré tout à des exigences de qualité, de sécurité et d'efficacité des soins, comparables à celles du temps de paix.

L'échographie doppler est une aide précieuse dans ce cadre. Le développement d'appareils portables utilisables au lit du patient, a permis de multiplier de nouvelles applications dans les domaines de l'urgence diagnostique, du guidage de gestes à risque et de nouvelles techniques d'anesthésie locorégionale ⁽¹⁾.

Dans la prise en charge des traumatisés graves, l'échographie permet de diagnostiquer un hémopéritoine, un hémopéricarde, au sein d'une démarche diagnostique systématisée de « FAST écho » (Focused Assessment with Sonography for Trauma) ⁽²⁾, mais aussi un hémothorax ⁽³⁾, un pneumothorax ⁽⁴⁾ ou une hypertension intracrânienne ⁽⁵⁾. Elle offre une approche diagnostique fiable, qui précise la hiérarchisation des urgences chirurgicales, lors du triage en cas d'afflux massif de blessés ⁽⁶⁾.

La mise en condition des blessés nécessite la réalisation de gestes invasifs, comme la pose de voies veineuses centrales, de drains thoraciques. L'échoguidage permettent de minimiser les risques de complications qui peuvent être critiques

en situation d'isolement et consommateurs de ressources médicales ⁽⁷⁾. L'échographie permet l'échopépage d'un drain thoracique, d'une voie veineuse centrale ou d'une sonde d'intubation ⁽⁸⁾.

Enfin, en cas d'amputation isolée qui rend la neurostimulation impossible, ou de fracture des extrémités, l'anesthésie locorégionale échoguidée, ou écho ALR, permet de visualiser efficacement les nerfs ⁽⁹⁾. La mise en place de cathéters périmerveux par échoguidage permettrait une analgésie efficace permettrait d'économiser les ressources nécessaires à une anesthésie générale, lors d'évacuations sanitaires (EVASAN) longues.

Enfin, la télétransmission satellitaire des images d'échographie représente une voie

d'avenir pour réduire encore l'isolement du praticien dans les groupements médicochirurgicaux, l'avion médicalisé MORPHEE ou les sous-marins nucléaires, qui disposent d'appareils portables d'échographie-doppler. ◆

NDLR : Des formations de type « CITERA-échographie » sont dispensées à Lyon, à Bordeaux et à Metz.

1. Kirkpatrick AW. Clinician-performed focused sonography for the resuscitation of trauma. *Crit Care Med* 2007; 35: S162-S172.
2. Scalea TM, Rodriguez A, Chiu WC, Brennen FD, Fallon WF, Jr., Kato K, McKenney MG, Nerlich ML, Ochsner MG, Yoshii H. Focused Assessment with Sonography for Trauma (FAST): results from an international consensus conference. *J Trauma* 1999; 46: 466-72.
3. Sisley AC, Rozycki GS, Ballard RB, Namias N, Salomone JP, Feliciano DV. Rapid detection of traumatic effusion using surgeon-performed ultrasonography. *J Trauma* 1998; 44: 291-6; discussion 296-7.
4. Lichtenstein DA. Ultrasound in the management of thoracic disease. *Crit Care Med* 2007; 35: S250-61.
5. Saqqur M, Zygun D, Demchuk A. Role of transcranial Doppler in neurocritical care. *Crit Care Med* 2007; 35: S216-23.
6. Sarkisian AE, Khondkarian RA, Amirbekian NM, Bagdasarian NB, Khojayan RL, Oganessian YT. Sonographic screening of mass casualties for abdominal and renal injuries following the 1988 Armenian earthquake. *J Trauma* 1991; 31: 247-50.
7. Hind D, Calvert N, McWilliams R, Davidson A, Paisley S, Beverley C, Thomas S. Ultrasonic locating devices for central venous cannulation: meta-analysis. *BMJ* 2003; 327: 361.
8. Chun R, Kirkpatrick AW, Sirois M, Sargasyan AE, Melton S, Hamilton DR, Dulchavsky S. Where's the tube? Evaluation of hand-held ultrasound in confirming endotracheal tube placement. *Prehosp Disaster Med* 2004; 19: 366-9.
9. van Geffen GJ, Bruhn J, Gielen MJ, Scheffer GJ. Pain relief in amputee patients by ultrasound-guided nerve blocks. *Eur J Anaesthesiol* 2008; 25: 424-5.

Médecine de l'avant et aéronautique militaire : une approche... si proche

MC Alain Puidupin, Commandant Frédéric Le Saint, Commandant Hervé de Saint-Exupéry H.I.A. Laveran, Service des Urgences et Ecole de formation des officiers de l'armée de l'air de Salon.

Introduction

Le déroulement d'une anesthésie (consultation, induction, entretien et réveil) est volontiers comparé à celui d'un vol d'aéronef (préparation, décollage, croisière et atterrissage). Des échanges entre les élèves du service des urgences de l'HIA Laveran et des Ecoles d'officiers de l'Armée de l'air ont été l'occasion de mettre en parallèle médecine d'urgence préhospitalière et aéronautique militaire. De nombreuses similitudes les caractérisent, en particulier lors des phases de préparation à la médecine de l'avant et aux missions aériennes opérationnelles, mais aussi dans la gestion des phases critiques rencontrées tant en intervention qu'en vol. Enfin l'instruction initiale, le maintien des compétences et le contrôle de l'expertise répondent à la même exigence dans les deux disciplines.

I. Modèle aéronautique militaire et médecine d'urgence préhospitalière

Ces deux disciplines partagent des contraintes et des modes organisationnels liés à leur exercice en milieu dynamique

(environnement extrahospitalier et aérien). Ce dynamisme est une caractéristique commune à ces deux métiers, de même que l'instabilité en est une contrainte partagée. Médecine d'urgence comme aéronautique s'appuient sur des moyens techniques dont dépend la réalisation de la mission. Les contraintes aéronautiques peuvent être résumées par la formule : « gestion du temps (temporel) et du temps (météorologique) ». Le pilote doit gérer le vol dans la durée et réagir rapidement aux situations critiques. On parle de pression temporelle. L'urgentiste organise son temps d'intervention de manière à faire face aux détresses vitales du patient. Chacun gère ses ressources (kérosène et munitions, oxygène et solutés). La météorologie conditionne le déroulement d'un vol, tout comme l'environnement extrahospitalier peut être une contrainte en mer, en montagne, ou en milieu hostile. Les modes organisationnels en découlent. L'activité aéronautique se caractérise par le respect systématique des consignes permanentes de sécurité, des procédures et des check-lists qui garantissent rigueur et standardisation dans le déroulement des missions aériennes. La préparation d'un vol débute invariablement par un briefing, et

se poursuit par une inspection de l'avion selon une check-list. Le matériel médical doit être vérifié avant la mission. En aéronautique, la gestion des situations critiques, pannes en général, obéit à l'application systématique d'une procédure rigoureuse et invariable : application initiale d'une check-list dite rouge : annonce et analyse de la panne, actions pour stabiliser le vol, puis bilan de la situation nouvelle, décision des modalités de la poursuite du vol et enfin information de l'équipage et des passagers. Secondairement, l'expérience et l'analyse permettent de confirmer ou de reconsidérer l'option prise. En médecine d'urgence, le processus décisionnel est moins formalisé mais relève du même modèle. Les gestes élémentaires pour faire face à une détresse vitale sont de type réflexe, mais une analyse, s'appuyant souvent sur des situations antérieures comparables, permet de fixer la stratégie thérapeutique. Le caractère déterminant de la prise d'une décision rapide et adaptée implique que les équipes médicales, comme les équipages, se soumettent de manière automatique et inconditionnelle à leur chef, respectivement médecin ou commandant de bord.

Le contexte militaire est certainement une plus-value dans l'organisation hiérarchique des équipes médicales d'urgence comme dans celle des équipages militaires. Enfin, l'analyse des risques et la notion de sécurité font partie du mode de raisonnement aéronautique et médical.

2. Formation du pilote de l'Armée de l'air et du médecin de l'avant

La médecine de l'avant est une médecine d'urgence ciblée sur la pathologie traumatologique et soumise aux contraintes du combat, comme l'aéronautique militaire comporte une part de vol classique et les contraintes météorologiques, mais aussi les défaillances techniques et la situation de conflit. Les exigences de formation sont donc majeures en milieu militaire et s'articulent autour du savoir, du savoir faire mais aussi du savoir être et du faire savoir, indispensables au militaire et plus encore à l'officier.

La formation du pilote comme celle du médecin suivent une progression qui s'appuie sur l'assimilation de notions théoriques, la mise en situation sur simulateur de vol ou mannequin, enfin le parrainage du pilote instructeur ou le tutorat du médecin senior pour guider les premiers vols ou les premières prise en charge de patients. La notion de « lâcher », au terme d'une progression encadrée, valide une étape de la formation permettant au jeune pilote d'être autonome. L'apprentissage du métier de pilote ou de médecin urgentiste développe l'autonomie et la confiance en soi qui ne peuvent s'acquérir que par une prise de responsabilité encadrée et progressive. Pour baliser le maintien de la compétence, un programme de tests et de contrôles pluri-annuels doit vérifier la validité des



qualifications acquises. Le médecin doit théoriquement attester d'actions de formation continue. A l'instar de l'industrie avec les normes ISO 9100, des démarches qualité sont entreprises au sein des escadrons et des services d'urgence. Une évaluation des pratiques professionnelles est rendue obligatoire pour l'accréditation hospitalière.

Néanmoins, le cursus aéronautique paraît plus formalisé, en particulier l'acquisition de qualifications progressives et complémentaires (pilote opérationnel, commandant de bord, chef de patrouille, moniteur...), le maintien des compétences par la réalisation de missions d'entraînement en vol dédiées ou sur simulateur, l'obligation enfin, de se soumettre à des évaluations annuelles pour valider le maintien dans la qualification.

Conclusion

Le contexte des engagements actuels place le médecin de l'avant dans des situations complexes qui conjuguent les contraintes de la médecine d'urgence à celles du com-

bat, éventuellement celles d'un afflux. Le modèle aéronautique est un modèle de réflexion intéressant pour l'apprentissage et la pratique de la médecine de l'avant. En particulier, l'aéronautique militaire, grâce à une approche méthodique et rigoureuse tant dans l'instruction, le maintien et le contrôle des compétences, que dans la réalisation de ses missions, démontre qu'elle a acquis une remarquable maturité dans la maîtrise des risques.

NDLR : Le remarquable exercice littéraire conjoint de nos camarades urgentiste et pilotes ne doit pas nous faire oublier qu'en 2009, encore, la part laissée à la volonté individuelle reste large dans le maintien des compétences chez les médecins, alors que les pilotes se le voient imposé. De même, le processus anesthésique, notamment dans sa démarche de gestion du risque, semble avoir quelques longueurs d'avance, encore, sur celui de la médecine d'urgence.

AGENDA



Congrès de la SFMU Calendrier 2009-2010

1. Existes-t-il une place pour l'OHB dans les infections graves des parties molles ?

L. Brinquin, M. Borne, S. De Rudnicki. HIA Val de Grâce.

2. Problématique des accidents de décompression médullaire.

M. Hugon, P. Louge, P. Constantin, J.M. Pontier.
Département Hyperbare, HIA St Anne.

3. Pathologie liée à l'altitude en milieu militaire.

J.Y. Martinez, C. Bourrilhon, D. Cabane, P.F. Wey, P. Précloux, M. Puidupin. HIA Desgenettes.



Journée des Clubs Congrès National de la SFAR

Samedi 26 septembre 2009 - 10:30 - 12:00 salle 253 - Niveau 2

Le burn out nous guette-t-il ? Modérateur : G. Mion

G. Mion (Paris) : Burn out et productivité

A. Doppia (Caen) : Application à l'anesthésie-réanimation

F. Bonnet (Paris) : Prévention du burn out



Mieux vivre la réanimation 6^e Conférence de Consensus commune

de la SFAR et de la SRLF

19 novembre 2009

Espace Marceau - 12 avenue Marceau 75008 Paris

INNOVATION



bridion[®]
sugammadex
100 mg/ml - solution injectable

**1^{er} inhibiteur spécifique
des curares stéroïdiens
rocuronium ou vécuronium**

Décurarisation rapide

1,5* à 3 minutes en médiane
quelle que soit la profondeur du bloc
chez l'adulte^[1]

* Décurarisation immédiate d'un bloc neuromusculaire induit par le rocuronium uniquement.

1. Mentions légales Bridion[®].

 Schering-Plough

**bridion[®], une avancée
dans la décurarisation**

bridion[®]
sugammadex
100 mg/ml - solution injectable

1^{er} inhibiteur spécifique des curares stéroïdiens (rocuronium ou vécuronium)

Bridion® 100 mg/ml solution injectable. COMPOSITION* : 1 ml contient l'équivalent de 100 mg de sugammadex sous forme de sugammadex sodique. Chaque ml contient 9,7 mg de sodium. **Excipients**: Acide chlorhydrique 3,7 % et/ou hydroxyde de sodium (pour ajuster le pH). Eau pour préparations injectables.

INDICATIONS THERAPEUTIQUES* : Décurarisation après bloc neuromusculaire induit par le rocuronium ou le vécuronium. Population pédiatrique: le sugammadex est recommandé uniquement pour la décurarisation en routine après un bloc neuromusculaire induit par le rocuronium chez l'enfant et l'adolescent. **POSOLOGIE ET MODE D'ADMINISTRATION*** : La dose recommandée dépend du degré du bloc neuromusculaire à décurariser. Elle est indépendante du protocole anesthésique.

Adultes : Décurarisation en routine : 4 mg/kg de sugammadex après réapparition de 1 à 2 réponses minimum au PTC après un bloc neuromusculaire induit par le rocuronium ou le vécuronium ; délai médian de récupération du rapport T_4/T_1 à 0,9 : environ 3 min. 2 mg/kg de sugammadex après réapparition spontanée de T2 après un bloc neuromusculaire induit par le rocuronium ou le vécuronium ; délai médian de récupération du rapport T_4/T_1 à 0,9 : environ 2 min. Décurarisation immédiate après un bloc induit par le rocuronium : 16 mg/kg ; cette dose, injectée 3 min après une dose de 1,2 mg/kg de rocuronium permet une médiane de récupération du rapport T_4/T_1 à 0,9 d'environ 1,5 min. Le sugammadex n'est pas recommandé pour une décurarisation immédiate après un bloc neuromusculaire induit par le vécuronium. Nouvelle administration du sugammadex : En cas de réapparition du bloc en post-opératoire après une dose initiale de 2 ou 4 mg/kg de sugammadex, administrer une dose supplémentaire de 4 mg/kg de sugammadex et surveiller le patient. **Informations complémentaires concernant des populations particulières** : (Insuffisance rénale ; Sujets âgés ; Patients obèses ; Insuffisance hépatique ; Enfants et adolescents ; Nouveau-nés à terme et nourrissons). **Mode d'administration** : Voie IV en bolus unique. L'injection doit être rapide (10 secondes). **CONTRE-INDICATIONS*** : Hypersensibilité à la substance active ou à l'un des excipients. **MISES EN GARDE ET PRECAUTIONS PARTICULIERES D'EMPLOI*** : Surveillance de la fonction respiratoire au cours de la récupération : Du matériel d'assistance ventilatoire doit être à disposition jusqu'au retour d'une respiration spontanée efficace. En cas de réapparition du bloc après l'extubation, une ventilation assistée adéquate devra être mise en place. Recurarisation : Pour éviter une réapparition du bloc, utiliser les doses recommandées. Délai nécessaire avant une nouvelle administration de curares après décurarisation par le sugammadex : Respecter un délai de 24h avant une ré-administration de vécuronium ou de rocuronium. En cas de nécessité d'un bloc neuromusculaire avant la fin du délai recommandé, utiliser un curare non stéroïdien. Insuffisance rénale : Le sugammadex n'est pas recommandé en cas d'insuffisance rénale sévère (CLCr < 30 ml/min). Interactions dues à une prolongation de l'effet du rocuronium ou du vécuronium : Pour la liste des médicaments potentialisant le bloc neuromusculaire, voir les RCP du rocuronium et du vécuronium. En cas de réapparition du bloc neuromusculaire, il pourra être nécessaire de placer le patient sous ventilation assistée et de lui administrer une autre dose de sugammadex. Interactions potentielles. Anesthésie légère : En cas de décurarisation en cours d'anesthésie, des doses supplémentaires d'anesthésiques et/ou d'opiacés devront être administrées si besoin. Insuffisance hépatique : Les patients insuffisants hépatiques sévères devront être traités avec grande précaution. Utilisation en Unité de Soins Intensifs (USI) : Le sugammadex n'a pas été étudié. Décurarisation après un bloc induit par des curares autres que le rocuronium ou le vécuronium : Le sugammadex ne doit pas être utilisé dans ce cas. Bloc neuromusculaire prolongé : Le temps de récupération peut être allongé quand il existe un allongement du temps de circulation du rocuronium ou du vécuronium. Réactions allergiques : Prendre les précautions nécessaires. Patients suivant un régime avec apports sodés contrôlés : Ces patients devront être avertis en cas de nécessité d'administrer plus de 2,4 ml de solution, afin d'en tenir compte. Allongement de l'intervalle QTc : Les précautions d'usage en cas d'arythmie devront alors être respectées. **INTERACTIONS MEDICAMENTEUSES*** : Des interactions sont attendues avec le torémifène, l'acide fusidique, la flucloxacilline et les contraceptifs hormonaux. Une interférence avec certains examens biologiques est possible. **GROSSESSE ET ALLAITEMENT*** : **Grossesse** : Administrer avec précautions chez la femme enceinte. **Allaitement** : Peut être utilisé pendant l'allaitement. **EFFETS INDESIRABLES*** : Dysgueusie : Très fréquent chez les volontaires. Complication anesthésique : Fréquent. Réactions allergiques : Peu fréquent. Signes d'éveil pendant l'anesthésie : Peu fréquent. Réapparition du bloc : Pratiquement tous les cas observés dans les essais cliniques l'ont été lors des essais de recherche de dose lorsqu'une dose insuffisante (inférieure à 2 mg/kg) était administrée. **Populations particulières** (pathologie pulmonaire ; pédiatrie). **PROPRIETES PHARMACODYNAMIQUES*** : Autres produits thérapeutiques, code ATC: V03AB35. **PROPRIETES PHARMACOCINETIQUES*** : Une incompatibilité physique a été rapportée avec le vérapamil, l'ondansétron et la ranitidine. **PRECAUTIONS PARTICULIERES DE CONSERVATION*** : A conserver à une température ne dépassant pas 30 °C. Ne pas congeler. Conserver le flacon dans l'emballage extérieur à l'abri de la lumière. **Liste I** - Médicament réservé à l'usage hospitalier. Médicament pouvant être administré par tout médecin spécialisé en anesthésie-réanimation ou en médecine d'urgence dans les cas où il intervient en situation d'urgence ou dans le cadre d'une structure d'assistance médicale mobile ou de rapatriement sanitaire (Art. R.5121-96 du CSP). **AMM EU/1/08/466/001 (25 juillet 2008)**. CIP : 573 553-9 (34009 573 553 9 5) (10 flacons de 2 ml). **AMM EU/1/08/466/002 (25 juillet 2008)** : CIP : 573 554-5 (34009 573 554 5 6) (10 flacons de 5 ml). Agréé à l'usage des Collectivités (BRI/mlr-0906-1). **TITULAIRE DE L'AMM** : N.V. Organon, Kloosterstraat 6, 5349 AB Oss, Pays-Bas. Exploité par : **Schering-Plough**, 34, avenue Léonard de Vinci - 92 400 Courbevoie. Tél. : 01.80.46.40.40.

Indication thérapeutique Esmeron® (bromure de rocuronium) : adjuvant de l'anesthésie générale, pour faciliter l'intubation trachéale, assurer la relaxation musculaire et faciliter la ventilation mécanique. **Indication thérapeutique Norcuron® (bromure de vécuronium)** : adjuvant de l'anesthésie générale, pour faciliter l'intubation trachéale et assurer la relaxation musculaire au cours de l'acte chirurgical.

*Pour une information plus complète, consulter le dictionnaire Vidal ou le répertoire des spécialités pharmaceutiques de l'Affsaps sur le site :

www.afssaps.sante.fr

Schering-Plough traite des données personnelles dans le cadre de ses relations avec les professionnels de santé. Ce traitement permet à Schering-Plough de dispenser une information médicale sur ses spécialités en rapport avec les besoins des praticiens, mener des actions de formation ou d'information, conduire des études de marché, mettre en place des collaborations scientifiques ou des actions de recherche, ainsi qu'éventuellement dans le cadre de relations commerciales.

Ces données collectées peuvent être destinées à certains prestataires de Schering-Plough.

Conformément aux articles 38 et suivants de la loi du 6 janvier 1978, dite « Informatique et Libertés », vous disposez d'un droit d'accès et de rectification quant aux données à caractère personnel vous concernant, du droit de vous opposer, pour des raisons légitimes, à ce que vos données fassent l'objet d'un traitement, ainsi que du droit de vous opposer à leur utilisation à des fins de prospection. Vous pouvez exercer ces droits par courrier postal adressé au laboratoire Schering-Plough, 34, avenue Léonard de Vinci, 92400 Courbevoie. Cette prérogative est à mettre en œuvre, par écrit, à l'attention du Pharmacien Responsable.

STRATÉGIE 0300PP juin-09
NUMÉRIK



DANTRIUM® INTRAVEINEUX

Dantrolène

Lyophilisat pour préparation injectable

Traitement
de l'hyperthermie maligne
per-anesthésique,
en association
avec les mesures
générales de prise
en charge.



STORM - 04/2009

DANTRIUM® intraveineux lyophilisat pour préparation injectable. FORMES ET PRESENTATIONS : lyophilisat pour préparation injectable dans un flacon de 70 ml. COMPOSITION* : dantrolène (DCI) sel de sodium : 20 mg/fl. INDICATIONS : traitement de l'hyperthermie maligne per-anesthésique, en association avec les mesures générales de prise en charge. POSOLOGIE ET MODE D'ADMINISTRATION* : traitement de la crise : dose initiale de 2,5 mg/kg IV. Doses complémentaires : 1 mg/kg toutes les 5 à 10 mn jusqu'à régression des symptômes. Dose totale administrée, au cours des premières 24 heures : généralement 5 mg/kg, mais parfois ≥ 10 mg/kg. Pour prévenir une recrudescence de la crise, poursuivre avec 1 à 2 mg/kg IV toutes les 4 à 6 heures pendant 24 à 48 heures. Chaque flacon doit être préparé par addition de 60 ml d'eau stérile ppi, et agité par retournement jusqu'à obtention d'une solution limpide. La solution peut être filtrée avec un filtre à sang afin d'éliminer le risque d'administration de cristaux. CONTRE-INDICATIONS : il n'y a pas de contre indication connue au traitement de la crise d'hyperthermie maligne. MISES EN GARDE ET PRECAUTIONS D'EMPLOI* : ne pas injecter en dehors de la veine (alcalinité de la solution). Pas de mise en solution avec des solutés électrolytiques ou glucosés. Prophylaxie pré-anesthésique chez les sujets prédisposés : 2,5 mg/kg IV en courte perfusion, immédiatement avant l'induction. INTERACTIONS* : Associations contre-indiquées : bépridil, vérapamil, diltiazem. Associations déconseillées : autres antagonistes du calcium dont les dihydropyridines. GROSSESSE ET ALLAITEMENT* : le dantrolène traverse le placenta. Le traitement prophylactique est contre-indiqué en obstétrique. EFFETS INDESIRABLES* : fatigue musculaire, hypotonie utérine. PHARMACODYNAMIE* : myorelaxant à action directe. PHARMACOCINETIQUE*. CONDITIONS DE CONSERVATION : la solution doit être conservée à l'abri de la lumière, à température ambiante (entre 15 °C et 30 °C) et utilisée dans un délai de 6 heures. RENSEIGNEMENTS ADMINISTRATIFS : LISTE I. Réservé à l'usage hospitalier. AMM/CIP N° 554 873 1 (1984, rév. 14.06.2005). Collect. Merck Liphà Santé : 37 rue Saint-Romain F 69379 Lyon cedex 08. Tél : 04 72 78 25 25. Information médicale/Pharmacovigilance : Tél (N° vert) : 0 800 888 024. Site web : www.merckserono.fr. Courriel : infoqualit@merck.fr. *Pour une information complète, consulter le dictionnaire Vidal. MLC 27/11/2008. Merck Liphà Santé S.A.S. au capital de 16 398 285 euros - 955 504 923 rcs Lyon.

Merck Serono Produits d'Urgence

 **MERCK**
SERONO