

ÉVACUATION SANITAIRE DES BLESSÉS DE GUERRE

G. Françoise¹, S. Coste², L. Franck¹, S. Vico¹, A. Cauet¹, G. de Saint Maurice¹, B. Debien³, Y. Auroy¹, L. Domanski⁴, JP. Tourtier^{1,4,*}

¹Département d'anesthésie-réanimation-urgences, Hôpital Val-de-Grâce, Paris

²Service médical, Base aérienne de Villacoublay

³Département d'anesthésie-réanimation, Hôpital Percy, Clamart

⁴Service médical d'urgence, Brigade des Sapeurs Pompiers de Paris

*Auteur correspondant : Jean-Pierre Tourtier (jeanpierre.tourtier@free.fr)

INTRODUCTION

Du point de vue militaire, les évacuations sanitaires médicalisées par voie aérienne (MEDEVAC) font partie intégrante de la chaîne de soutien des forces en opération extérieure. Les évacuations sanitaires dites stratégiques consistent à rapatrier les blessés ou malades depuis le théâtre d'opérations jusqu'en métropole afin de leur prodiguer les meilleurs soins dans les meilleures conditions.

Quel que soit le contexte, il s'agit d'une opération de transport de patients fragiles dans des conditions d'isolement et dans un environnement spécifique.

La clé du succès d'une évacuation sanitaire par voie aérienne est l'anticipation des complications potentielles, inhérentes à l'état de santé du patient, mais aussi aux conditions environnementales aéronautiques. Après un rappel épidémiologique, nous proposons de décrire les contraintes environnementales spécifiques et les grands principes du transport sanitaire aérien stratégique de patients blessés au combat.

ÉPIDÉMIOLOGIE DES ÉVACUATIONS SANITAIRES MÉDICALISÉES STRATÉGIQUES

L'évolution des destinations des évacuations stratégiques reflète parfaitement l'engagement des forces françaises au cours de la dernière décennie (1) : l'Europe et les Balkans encore largement prédominant au début des années 2000 voient progressivement leur part décroître tandis que celle de l'Afrique, relativement constante, marque un pic d'activité entre 2003 et 2007 durant les évènements de Côte d'Ivoire. Depuis 2008, l'Afghanistan est très clairement devenu la destination majoritaire pour représenter deux tiers des missions en 2010, avec comme mécanisme lésionnel dominant l'explosion (principalement par *Improvised Explosive Device*). Cette évolution des destinations se traduit par des évacuations aériennes sur de plus longues distances et durées de vol, nécessitant des escales techniques. Si la durée moyenne de vol pour le patient était de 3 heures dans les années 1992-1996 (2), elle est aujourd'hui d'environ 8 heures entre Kaboul et Paris (3).

Au plan épidémiologique, la traumatologie toujours majoritaire à l'échelle annuelle a vu ces dernières années sa typologie modifiée par la nette prédominance des blessés par action militaire (69 à 78 % entre 2008 et 2010) (1). Parallèlement, le nombre de missions comportant un patient intubé ventilé est en très forte augmentation pour atteindre 50 % des cas en 2010, de même que le recours à une transfusion pendant le vol (1). Ceci explique en partie qu'en 2011, un réanimateur était présent sur trois quarts des missions. Ainsi, si au début des années 2000, le blessé militaire typique transporté était une victime d'un accident de la route, fracturé, intubé dans un cas sur cinq et transporté durant trois heures de vol, à la fin des années 2000 les patients étaient caractérisés par des blessures de guerre avec traumatisme grave, intubés une fois sur deux, nécessitant une réanimation parfois lourde durant 8 à 10 heures de vol. Notons que Hurd et al. (4) ont observé que les blessés de guerre nécessitaient le recours à des évacuations urgentes avec une équipe de réanimation dix fois plus fréquemment que les autres patients.

CONTRAINTES LIÉES AUX ÉVACUATIONS SANITAIRES MÉDICALISÉES STRATÉGIQUES, ET CONSÉQUENCES SUR LES TECHNIQUES DE SOIN

Contraintes environnementales

Les principales modifications environnementales liées à l'altitude et susceptibles de retentir sur le patient sont : l'hypoxie et les dysbarismes (5), auxquels s'ajoute la sécheresse de l'air.

Hypoxie

L'altitude est caractérisée par une diminution de la pression barométrique ou hypobarie. La composition de l'atmosphère reste stable jusqu'à une altitude d'environ 30 000 mètres, avec une fraction d'oxygène dans l'atmosphère constante et proche de 21%. Lorsque la pression barométrique diminue avec l'altitude, la pression partielle en oxygène (PiO_2) de l'air inspiré diminue elle aussi (loi de Dalton) responsable d'une *hypoxie hypobarique* (6). Ainsi, à une altitude de 8000 pieds (2438 mètres), altitude maximale réglementaire à laquelle la cabine des avions de transport public doit être pressurisée, la PiO_2 est diminuée d'environ 25%. A cette altitude, les passagers sans problèmes de santé préexistants ont une saturation en oxygène autour de 92-94% sans conséquence manifeste. Cette dernière peut chuter rapidement chez les patients dont la saturation au sol est déjà abaissée, décompensant une hypoxie préexistante (7). L'apport en oxygène doit ainsi avoir des indications larges en transport sanitaire aérien.

Dysbarismes

La loi de Boyle-Mariotte indique que le volume des gaz varie en proportion inverse de la pression, leur produit étant constant ($PV = \text{constante}$). Ainsi avec l'altitude les volumes gazeux augmentent lors de la montée et diminuent en descente. Cette expansion est de 20% entre 3000 et 5000 pieds (1500 mètres), jusqu'à 35 % à 8000 pieds, et peut être très rapide en fonction des contraintes de vol et de l'aéronef utilisé. Les variations de volume des gaz occlus dans les cavités closes ou semi-closes de l'organisme sont susceptibles de générer des complications et l'expansion gazeuse en altitude est à l'origine de contre-indications médicales au transport par voie aérienne. En effet, les variations de volumes sont limitées par

les capacités élastiques des viscères qui les contiennent et lorsque celles-ci sont insuffisantes, des lésions de distension ou de déchirures apparaissent : ce sont les *barotraumatismes*. Les cavités de la sphère ORL, le tube digestif et le thorax sont les organes les plus visés, un pneumothorax simple peut ainsi devenir compressif, mais toute effraction d'air pourra être la source de complication (chirurgie du globe oculaire, embarrure craniocérébrale).

Alors que l'hypoxie peut être détectée grâce au saturomètre de pouls et corrigée par l'apport d'oxygène, les conséquences d'une expansion gazeuse dans un espace clos sont plus difficiles à reconnaître et surtout à prendre en charge à bord d'un avion. Ainsi, il convient d'être particulièrement vigilant en cas de traumatisme crânien ou thoracique et de vérifier que la pose de drain thoracique et les contrôles radiologiques appropriés ont été réalisés avant l'embarquement du patient.

Ces variations de volume des gaz intéressent également le matériel embarqué : dilatation des ballonnets de sonde d'intubation (un manomètre doit être utilisé pour vérifier la pression du ballonnet de la sonde d'intubation si celui-ci est gonflé à l'air, tant au décollage qu'en vol et à l'atterrissage), augmentation du volume des gaz délivrés par les respirateurs, compression d'attelle pneumatique ou perte de rigidité des matelas à dépression (8) ...

Hygrométrie de l'air et température

La température diminue progressivement avec l'altitude et devient très basse au niveau de vol de croisière (-56° à 10000 m). A cette température, l'air est saturé en eau pour de très faibles valeurs d'hygrométrie. En cabine, l'air étant prélevé sur l'extérieur et réchauffé, diminuant sa teneur en vapeur d'eau, l'hygrométrie est très faible à bord des aéronefs (4%-10%). Cependant la siccité de l'air n'a pas d'influence majeure sur l'état d'hydratation qui sera faiblement diminué, mais elle est source d'inconfort, d'assèchement ou d'irritation des muqueuses, de bouchons intrabronchiques ainsi que de lésions cornéennes (7). Lors de l'administration d'oxygène, l'emploi d'humidificateur est indispensable. Chez le patient intubé-ventilé, la sécheresse de l'air en cabine peut être à l'origine d'une obstruction de la sonde d'intubation par des sécrétions qui nécessitent de réaliser des aspirations régulières après instillation de sérum physiologique.

Contraintes biodynamiques liées au vecteur

Accélération

Dans les conditions normales de vol, les accélérations liées au décollage sont faibles et linéaires, de l'ordre de 2 G pour les avions sanitaires de type Falcon. Le retentissement hémodynamique chez les patients allongés dans l'axe de ces accélérations linéaires reste sujet de controverses. Le décollage tête vers l'avant pourrait être délétère chez un patient hypovolémique, et au contraire favorable en cas d'hypertension intracrânienne ou d'insuffisance cardiaque. Le positionnement du patient doit tenir compte de ce facteur d'accélération.

Vibrations

Les vibrations ressenties sont la conséquence du fonctionnement des turbines ou rotors et des turbulences en vol. De faible fréquence en avion, elles entraînent une légère augmentation du

métabolisme, du débit cardiaque et de la ventilation. Négligeable par elles-mêmes, elles peuvent amplifier les effets d'autres stress chez un patient fragilisé (9). Elles peuvent être à l'origine d'une mobilisation d'un foyer de fracture. Les vibrations, à l'instar des interactions électromagnétique en altitude, sont également une contrainte pour le matériel médical embarqué.

Contraintes techniques liées au vecteur

L'embarquement et le débarquement du patient sont des phases à haut risque. Ils entraînent des modifications posturales : surélévation de la tête ou des pieds dont les effets hémodynamiques sont connus. Une position de Trendelenburg entraîne une élévation de la pression intracrânienne chez un patient cérébrolésé (10). Une position proclive ou le passage d'une position de Trendelenburg en position neutre peut s'accompagner d'un arrêt cardiaque par désamorçage chez un blessé hypovolémique ou vasoplégique. L'absence d'immobilisation stricte (attelle, matelas à dépression) est douloureuse en cas de membres fracturés et peut créer des lésions médullaires chez un traumatisé du rachis. L'arrachement accidentel de cathéters ou sondes est classique, mais peut avoir des conséquences dramatiques. Enfin, les phases de débranchement ou changement de respirateur et de monitoring sont des moments délicats chez les patients instables au plan respiratoire ou hémodynamique.

De plus, l'isolement au cours du trajet impose d'anticiper toutes les complications et de pouvoir être autonome en énergie électrique et en oxygène. Les contraintes de poids et d'espace limitent l'emport de matériel volumineux. L'exiguïté de la cabine complexifie l'accès au patient. Enfin, le bruit dans la cabine dégrade les communications, rend l'auscultation difficile et altère la perception des alarmes, compliquant la surveillance du patient (11).

PRINCIPES DES SOINS LORS DES ÉVACUATIONS SANITAIRES MÉDICALISÉES STRATÉGIQUES

Face aux risques du transport d'un blessé instable, la responsabilité de l'équipe de convoyage est engagée. Elle doit évaluer le rapport bénéfice/risque de l'évacuation, et, le cas échéant, préparer le transport.

Faut-il transporter le patient ?

Rares sont les contre-indications absolues au transport aérien en dehors des pathologies non stabilisées susceptibles de mettre en jeu en vol le pronostic vital, comme les hémorragies actives ou les états de choc persistants (5). Le plus souvent les contre-indications sont relatives, surtout quand le rapatriement est réalisé pour insuffisance du plateau technique médical local (produits sanguins, certaines spécialités chirurgicales, lits de réanimation, moyens d'épuration extrarénale) (12). Il s'agit alors de mettre en balance les risques inhérents au rapatriement et les risques de survenue de complications sur place en l'absence de retour rapide. Selon les sources, la survenue d'évènements indésirables pendant le transport varie entre 5% et 12% des rapatriements, et les erreurs humaines seraient à l'origine de trois quarts

des incidents (13). Dans le cas particulier du blessé de guerre, il n'existe aucune contre-indication au rapatriement vers la France. Il est alors à intercaler entre un premier temps chirurgical de « Damage Control » (hémostase, réduction de fractures et immobilisation, contrôle de la contamination) et la reprise chirurgicale programmée en métropole pendant la phase dite de réanimation où l'objectif est la stabilisation des grandes fonctions (14). Il est toutefois possible de différer de quelques heures la MEDEVAC pour permettre une reprise chirurgicale précoce ou une optimisation hémodynamique et respiratoire si l'état du patient est instable.

Principes des soins

L'évacuation sanitaire aéroportée obéit à des recommandations (15-17). Sa préparation peut être facilitée par l'utilisation d'une check-list : « anticipation, dotation, installation, adaptation, attention ».

- *L'anticipation* définit la prévision des complications à redouter chez le blessé en fonction du mécanisme lésionnel, des lésions chirurgicales et de l'état clinique transmis par l'équipe d'anesthésie-réanimation sur place.
- *La dotation* en médicaments, matériels et consommables doit être adaptée à la pathologie et à la durée prévisible du transport. Les besoins spécifiques peuvent concerner des produits sanguins labiles, des catécholamines, ou encore certains antibiotiques et antiépileptiques.
- *L'installation* définit l'optimisation de la mise en condition du patient avant le transfert à bord, car la réalisation d'un geste technique peut être délicate dans l'aéronef. Les indications d'intubation trachéale et de ventilation mécanique sont larges (dès lors qu'une aggravation respiratoire ou neurologique est possible), car l'accès à la tête est difficile en cabine. Le nombre de voies veineuses doit être suffisant, une voie centrale multilumière est nécessaire en cas d'administration de catécholamines. Ces abords veineux doivent être solidement fixés. Une sonde urinaire et une sonde nasogastrique sont indispensables chez les patients intubés-ventilés. Les foyers de fracture doivent être réduits et immobilisés ou fixés. Les épanchements gazeux sont drainés (drain pleural et valve de Heimlich en cas de pneumothorax) (18). Les pansements doivent être propres et sont refaits avant l'embarquement. En cas de MEDEVAC collective, les blessés les plus graves embarquent en dernier et débarquent les premiers à l'arrivée, les interventions thérapeutiques étant plus facilement réalisées en dehors de l'aéronef. Une fois à bord, l'installation se poursuit : les voies veineuses sont accessibles et permettent les injections en urgence et le remplissage vasculaire. Les drainages sont visibles et les liquides quantifiables dans les poches de recueil. Idéalement, la surveillance du patient, des perfusions, du respirateur et du scope doit être possible d'un coup d'œil. La prévention d'escarres est réalisée, surtout si le matelas à dépression doit être maintenu rigide.
- *L'adaptation* : Le transport aérien nécessite un matériel spécifique adapté. Les réserves d'oxygène sont conditionnées selon des normes aéronautiques. Les matériels les plus indispensables doivent être doublés en cas de panne (respirateurs, électrocardioscope, oxymètre de pouls, capnographe, aspirateur de mucosités).

L'équipement respecte les critères de sécurité électrique, de robustesse et de miniaturisation (19). Il est contrôlé avant chaque départ et peut être modulé selon les besoins. Enfin, les personnels doivent être compétents en médecine d'urgence et formés au transport aérien et à ses contraintes spécifiques.

- *L'attention* : La dangerosité potentielle du transport du blessé grave nécessite une attention de chaque instant dans la surveillance du patient. La difficulté d'entendre les alarmes nécessite de disposer de rappels visuels.

CONCLUSION

L'épidémiologie des blessures au combat est caractérisée par la progression des traumatismes graves par explosion. Le transport aérien d'un blessé grave doit s'effectuer après une évaluation du rapport bénéfice/risque et la stabilisation de son état. Les missions s'effectuent avec des durées de vol longues, majorant le risque de survenue d'un événement pendant le transport. Le challenge est de prodiguer des soins et une surveillance continue dans un environnement contraint (exiguïté, bruits, vibrations, accélérations, autonomie réduite, isolement). La préparation de la mission repose sur l'*anticipation* des complications, une *dotation* suffisante, une *installation* optimale, une *adaptation* au transport et une *attention* de chaque instant. La sécurité des transports aériens médicalisés passe par le respect des recommandations et l'expertise aéromédicale de l'ensemble de l'équipe de convoyage.

REFERENCES

1. Coste S, Franchin M, Madec S, Morgand E, Viaggi M, Grasser L, Tourtier JP. Épidémiologie des évacuations sanitaires aériennes militaires de 2000 à 2010: évolution des missions. *Revue de médecine aéronautique et spatiale* 2011;52 :196.
2. Thiolet JM, Laurent G, Castell B, Cavallo-Vlaminck J, Chabanne JP. Évacuations sanitaires longues distances dans les forces armées françaises. *Rev Intern Services de Santé des Forces Armées* 2000;73:1-6.
3. Coste S, Viaggi M, Champier G, Tourtier JP, Grasser L. Rôle du personnel navigant militaire dans les évacuations sanitaires aériennes militaires. *Revue de médecine aéronautique et spatiale* 2011;52:100-5.
4. Hurd WW, Montminy RJ, De Lorenzo RA, Burd LT, Goldman BS, Loftus TJ. Physician roles in aeromedical evacuation: current practices in USAF Operations. *Aviat Space Environ Med* 2006;77:631-8.
- 5- Teichman P, Donchin Y, Kot RJ. International aeromedical evacuation. *N Engl J Med* 2007; 356:262-270.
- 6- Marotte H. Quels sont les effets de l'altitude et du séjour en avion sur l'appareil respiratoire ? *Rev Mal Respir* 2007;24: 11-17.
- 7- Marotte H. Transport aérien de passagers malades ou blessés : conséquences physiologiques du vol. *Reanoxyo* 2007;21:12-4.
8. Tourtier JP, Leclerc T, Cirodde A, Libert N, Man M, Borne M. Acute respiratory distress syndrome: performance of ventilator at simulated altitude. *J Trauma* 2010;69:1574-77.

9. Grissom TE. Critical care air transport: patient flight physiology and organizational considerations. In Hurd W. *Aeromedical evacuations: management of acute and stabilized patients*. NY, Springer. 2003, p111-135.
10. Duchateau FX, Verner L, Cha O, Corner B. Decision criteria of immediate aeromedical evacuation. *J Travel Med* 2009;16:391-394.
11. Tourtier JP, Libert N, Clapson P, Tazarourte K, Borne M, Grasser L, et al. Auscultation in flight: comparison of conventional and electronic stethoscopes. *Air Med J* 2011;30:158-60.
12. Siah S, Dimou M, Bargues L, Vincenti-Rouquette I. Evasan d'un polytraumatisé. Prévention des effets de l'altitude. *La revue des SAMU* 2004:108-10.
13. Singh JM, MacDonald RD, Bronskill SE, Schull MJ. Incidence and predictors of critical events during urgent air-medical transport. *CMAJ*. 2009; 27;181:579-84.
14. Le Noel A, Merat S, Ausset S, De Rudnicki S, Mion G. Le concept de damage control resuscitation. *Ann Fr Anesth Reanim* 2011; 30:665-78.
15. Société française d'anesthésie et de réanimation. Samu de France. Recommandations concernant les modalités de la prise en charge médicalisée préhospitalière des patients en état grave, 2002.
16. Warren J, Fromm RE, Orr RA, Rotello LC, Horst HM. Guidelines for the inter- and intrahospital transport of critically ill patients. *Crit Care Med* 2004; 32:256-62.
17. Société de réanimation de langue française. Conférence d'experts. Monitoring du patient traumatisé grave en préhospitalier, 2006.
18. Rice DH, Kotti G, Beninati W. Clinical review: critical care transport and austere critical care. *Crit Care* 2008;12:207.
19. Pats P, Debien B, Borne M. Les Evasan stratégiques. Principes d'organisation et de régulation. *Réanoxyo* 1997; 21:8-11.