

TRANSPORT AÉRIEN LONGUE DISTANCE DES BRÛLÉS GRAVES : REVUE DE LA LITTÉRATURE ET APPLICATION PRATIQUE

LONG DISTANCE AIR TRANSPORT FOR SEVERE BURNS: A REVIEW OF THE LITERATURE AND PRACTICAL APPLICATION

Leclerc T.,¹ Hoffmann C.,¹ Forsans E.,² Cirodde A.,¹ Boutonnet M.,³ Jault P.,³ Tourtier J.-P.,⁴ Bargues L.,¹ Donat N.¹

¹ Centre de traitement des brûlés, HIA Percy, Clamart, France

² Service d'anesthésie-réanimation, HIA Val de Grâce, Paris, France

³ Service d'anesthésie-réanimation, HIA Percy, Clamart, France

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

RÉSUMÉ. Les brûlés graves nécessitent une prise en charge multidisciplinaire dans des centres hautement spécialisés. La rareté de ces centres impose souvent le transport aérien médicalisé longue distance. Cependant, il y a peu de données publiées sur ces transferts. Dans cette mise au point, pour optimiser la prise en charge des brûlés dès qu'un transport aérien est décidé ou même seulement envisagé, nous proposons d'extraire de cette littérature limitée des principes simples s'appuyant aussi sur l'expérience pratique du Service de Santé des Armées françaises. Nous décrivons d'abord comment les contraintes aéronautiques peuvent affecter le transport de brûlés graves à bord d'aéronefs. Nous abordons ensuite la régulation de ces missions, en analysant les risques associés au transport aérien des brûlés graves et leurs implications sur les indications, la chronologie et les modalités du transport. Enfin, nous développons la conduite de la mission, comprenant la préparation du matériel et des consommables avant le vol, l'évaluation et la mise en condition du patient avant l'embarquement, et la poursuite de la prise en charge en vol.

Mots-clés : brûlures, aéronefs, transport médicalisé, longue distance

SUMMARY. The best treatment for victims of severe burns is provided in highly specialised burn centres. Due to the paucity of these centres, long distance aeromedical evacuation is often required. However, published data regarding such transfers are scarce. In this review, in order to help optimize patient management when air transportation is decided or even only considered, we propose simple principles derived from this limited literature and backed by the practical experience of the French military. We first describe how specific flight conditions may impact transportation of severe burn patients aboard aircraft. We then focus on the planning and organisation of these transfers discussing the risks associated with air transportation of such patients and their implications on indication, timing and modality of transport. Finally, provide an end-to-end view of the process from pre-flight equipment preparation, pre-boarding patient assessment and conditioning, to in-flight care.

Keywords: burns, aircraft, patient transportation, long range

Introduction

Les brûlures graves, pathologie peu fréquente mais redoutable, sont un motif classique de transfert aérien longue distance.¹ En effet, leur prise en charge impose générale-

ment un transfert vers les services spécialisés, dont le maillage est peu dense même dans les pays aux systèmes de soins les plus en pointe. Ainsi, 21 % des habitants des Etats-Unis vivent à plus de deux heures de vol d'un centre de brûlés agréé.²

[✉] Corresponding author: Dr. Thomas Leclerc, Centre de traitement des brûlés – HIA Percy, 101 avenue Henri Barbusse, 92141 Clamart cedex, France.
Tel.: +33 141466731; fax: +33 141466919; e-mail: thomas.leclerc@m4x.org
Manuscript: submitted 26/02/2014, revised 27/03/2014, accepted 14/04/2014.

Moyennant une planification et une conduite rigoureuses, adaptées aux contraintes du vol et aux aspects spécifiques de la prise en charge des brûlés graves, le transport aérien de ces patients doit leur permettre d'accéder aux traitements les plus performants sans perte de chance.

On s'intéresse ici au transport aérien à longue distance, mais l'essentiel des notions développées est applicable au transport hélicoptéré, dont les contraintes sont toutefois moins strictes.

Evacuations aéromédicales : considérations générales

Le transport aérien sanitaire à longue distance vise à transporter un patient gravement atteint vers une structure éloignée à même de lui fournir une prise en charge optimale, en poursuivant traitement et surveillance pendant le transport de façon à garantir la sécurité du blessé. Ceci n'est possible qu'en tenant compte des contraintes spécifiques au transport en aéronef.¹

Contraintes physiologiques

L'hypoxie-hypobarie d'altitude est la principale contrainte imposée à l'organisme. En effet, les cabines d'aéronef sont pressurisées, mais à un niveau de pression inférieur à celui du niveau de la mer, définissant une «altitude cabine» équivalente. Sur les vols commerciaux, l'altitude cabine est couramment comprise entre 5000 et 8000 pieds, soit environ 1500 à 2500 m. En cas d'indication avérée, il est souvent possible de demander une pressurisation à niveau plus élevé (altitude plus basse) dans les aéronefs dédiés aux évacuations médicales, mais la surconsommation induite impose alors des escales supplémentaires.

L'hypoxie ambiante entraîne un risque d'hypoxémie, imposant une adaptation de la FiO₂ en ventilation mécanique ou du débit d'oxygène en ventilation spontanée. Ce risque est particulièrement grave pour les patients déjà hypoxémiques au sol, en particulier ceux présentant un syndrome de détresse respiratoire aiguë (SDRA).³

Les conséquences de l'hypobarie sont liées à l'expansion des gaz. On rappelle en effet que, pour un gaz parfait, sa pression P (Pa), son volume V (m³), sa quantité n (mol) et sa température absolue T (°K) sont liés par la relation :

$$P \times V = n \times R \times T$$

où R est une constante universelle.

Ainsi, dans une cavité close, une baisse de pression se traduit par une augmentation de volume. En clinique, un épanchement gazeux (pneumothorax, pneumomédiastin, pneumopéricarde, pneumopéritoine ou pneumocéphale) se majore donc en vol, au risque de devenir compressif. Pour cette raison il faut drainer ces épanchements avant

embarquement, ou différer le transport jusqu'à leur résorption. Ce phénomène de variation inversement proportionnelle des volumes et des pressions avec ses conséquences médicales est appelé *dysbarisme*.

Les accélérations importantes au décollage et à l'atterrissage se traduisent par une redistribution de la masse sanguine circulante, qui retentit en particulier sur l'hémodynamique des patients instables et sur la pression intracrânienne en cas de traumatisme crânien associé.

L'air en cabine est sec. Il en résulte un risque d'assèchement des muqueuses, qui doit être activement prévenu.

L'immobilisation prolongée indispensable pour la sécurité du patient en vol entraîne un risque de compressions, à prévenir par un conditionnement protégeant les zones d'appui, et surtout un risque thrombo-embolique par stase veineuse, justifiant une prophylaxie médicamenteuse par héparine non fractionnée ou de bas poids moléculaire (en l'absence de contre-indication).

Contraintes techniques et environnementales

L'hypobarie d'altitude a aussi des conséquences sur les dispositifs médicaux. Ainsi, pour éviter que les ballonnets de sondes (trachéales ou autres) ne voient leur volume varier selon la phase de vol, le gonflage peut être réalisé à l'eau plutôt qu'à l'air. Les drains aspiratifs perdent leur efficacité en cas de dépression insuffisante. Surtout, selon le type de ventilateur (ventilateurs pneumatiques en particulier), le volume délivré peut être sensiblement modifié en hypobarie : ceci implique la connaissance approfondie du matériel et des compensations à appliquer en vol en l'absence de correction automatique. De même, l'hypoxie-hypobarie peut fausser les valeurs de FiO₂ affichées par le respirateur.⁴ Les solutés de perfusion font l'objet de précautions particulières : prises d'air d'altitude pour les flacons en verre, évacuation manuelle d'une éventuelle poche d'air pour les flacons souples.

Les vibrations, le bruit, les limitations de l'éclairage lors des phases critiques du vol compliquent la surveillance, tant clinique qu'instrumentale.

L'exiguïté des lieux rend impraticables la plupart des manœuvres invasives (abords vasculaires, intubation trachéale, drainages, et a fortiori escarrotomies de décompression), qui doivent donc être anticipées avant l'embarquement si possible.

Contraintes logistiques

L'autonomie totale est impérative. Ceci est vrai pour les solutés, médicaments et consommables, mais surtout pour l'oxygène. Il faut anticiper les besoins, en respectant 3 principes : se fonder sur le scénario le plus défavorable, prendre en compte les phases amont et aval (embarquement et débarquement) en plus de la durée propre du vol, et ajouter une marge de sécurité, typiquement de 50%, pour faire face aux imprévus.

Régulation : points clés

Aucun transport aérien sanitaire n'est anodin, et celui d'un brûlé grave ne fait pas exception. Le risque semble cependant modeste au regard du bénéfice attendu, si celui-ci est avéré. C'est tout l'enjeu de la régulation d'un tel transport, dont la clé est le contact tripartite entre le médecin demandeur du transfert, le médecin transporteur, le plus souvent via le régulateur, et le médecin du centre spécialisé receveur.

Brûlures graves

La gravité des brûlures est liée aux lésions elles-mêmes par leur étendue et leur profondeur (effet-dose) mais aussi par leur localisation, aux agressions associées aux brûlures cutanées, et au terrain du malade. Pour l'équipe chargée du transport aérien d'un brûlé grave ou de sa régulation, il est utile de savoir évaluer cette gravité pour redresser une éventuelle sous- ou sur-estimation, de préférence en coordination avec l'équipe spécialisée receveuse, et de pouvoir compléter au besoin la mise en sécurité du blessé.⁵

Sur les trois composantes indissociables de la prise en charge du brûlé grave, à savoir les soins locaux, la réanimation et la réhabilitation, seule la réanimation a un caractère continu. L'objectif central du transport aérien du brûlé grave est donc d'*assurer la continuité de la réanimation*. Quant aux soins locaux et de réhabilitation, une planification correcte du transfert permet leur bonne articulation avec celui-ci.

Risques liés au transport aérien des brûlés

Il existe très peu de données publiées sur les risques liés au transport aérien des brûlés graves.

Dans une série rétrospective de 1877 brûlés admis dans un service spécialisé dont 953 après transfert secondaire, une équipe nord-américaine a observé qu'en ajustant sur les principaux critères classiques de gravité des brûlures (surface cutanée brûlée, âge, lésions d'inhalation), un transfert secondaire n'était pas associé à une modification de la mortalité.⁶ Dans un sous-groupe de 424 transferts secondaires « longue distance » (plus de 90 miles soit environ 145 kilomètres), réalisés par voie aérienne dans 85% des cas avec un délai moyen de 7h post-brûlure, la même équipe a rapporté 17 complications graves, mais aucun décès en cours de transfert.⁷ (La complication la plus fréquente était la perte des voies aériennes, avec 4 cas d'échec d'intubation pendant le transport. Pourtant, 20 % seulement des patients étaient intubés pour le transport, dont une majorité extubés moins de 24h après leur admission : ceci traduisait des indications d'intubation très larges, et des patients dans l'ensemble peu graves. Venait ensuite la perte de l'accès vasculaire, avec 3 cas d'échec d'abord veineux. On notait aussi 2 pneumothorax, complication ty-

pique du dysbarisme d'altitude.

Dans une autre série, 540 militaires nord-américains brûlés en opérations en Irak et en Afghanistan ont été évacués par voie aérienne entre l'hôpital militaire américain de Landstuhl (Allemagne) et le centre de brûlés militaire de San Antonio (Texas). 70 % de ces évacuations ont été médicalisées par des équipes de réanimation chirurgicale spécialisées ou non dans la prise en charge des brûlés.⁸ Deux-tiers des blessés étaient des victimes d'explosion, la moitié étaient polytraumatisés, un quart étaient brûlés sur plus de 20% de la surface corporelle totale, et 13 % présentaient des lésions d'inhalation. Le délai moyen d'arrivée à San Antonio était de 4 jours post-brûlure, ce qui traduit l'organisation de la chaîne médicale opérationnelle US sur ces théâtres d'opérations lointains : stabilisation initiale dans les formations chirurgicales de l'avant, transport secondaire vers l'hôpital de Landstuhl en Allemagne pour complément de prise en charge, puis évacuation longue distance (12 à 13h de vol) vers les Etats-Unis. Dans cette série, les auteurs ne rapportent pas de décès en vol, mais 4 cas de déroutement pour aggravation : 2 cas de choc septique rapidement réfractaire, qui ont abouti au décès du blessé dans l'hôpital intermédiaire, et 2 cas de reprise de saignements qui ont pu être contrôlés. Les limites, bien compréhensibles, d'une telle étude sont claires : en particulier, certains des blessés les plus graves sont probablement morts avant leur transfert de Landstuhl à San Antonio. Les bons résultats rapportés (94 % de survie au terme de l'hospitalisation à San Antonio) suggèrent néanmoins que cette stratégie d'évacuations aériennes successives à haut niveau de médicalisation, alternant avec des étapes de stabilisation médico-chirurgicale selon un protocole rigoureux, préserve le maximum de chances pour ces traumatisés brûlés.

En revanche, contrairement aux données classiques sur le risque d'événements thrombo-emboliques lié au transport aérien, dans une étude rétrospective sur 1107 brûlés consécutifs, la même équipe militaire américaine n'a pas observé d'association entre transport aérien longue distance et incidence de maladie thrombo-embolique veineuse, mais l'incidence d'ensemble était faible (11 patients soit 0,99 %). En outre, ce résultat pourrait aussi traduire la bonne prophylaxie reçue par les militaires brûlés évacués de théâtres d'opérations, qui constituaient le groupe des brûlés transportés.⁹

Qui transporter?

Les risques propres au transport aérien doivent donc être mis en balance avec les enjeux de prise en charge évoqués plus haut, et le bénéfice attendu d'un traitement en milieu spécialisé. Si le patient relève impérativement d'une prise en charge en milieu spécialisé, la balance bénéfice-risque de ce transport est clairement favorable.

Les critères d'hospitalisation dans un centre de brûlés

Tableau I - Critères SFETB d'hospitalisation dans un centre de brûlés à la phase aiguë « Brûlures profondes » = 2ème degré profond ou 3ème degré

<i>Adultes</i>	<i>Enfants</i>
• SCB > 20 %	• < 5 ans si SCB >5 % ou brûlures profondes
• SCB > 10 % si brûlures profondes	• > 5 ans si SCB > 10 %
• SCB < 10 % si critères de gravité	• > 5 ans si SCB < 10 % et critères de gravité
<i>Critères de gravité</i>	
<i>Risque fonctionnel</i>	Brûlures sur mains, face, pieds, périnée, plis de flexion
<i>Lésions circulaires</i>	
<i>Mécanisme lésionnel</i>	Acide fluorhydrique ou phosphorique ; brûlures électriques
<i>Lésions associées</i>	Inhalation de fumées, polytraumatisme
<i>Terrain du patient</i>	Age > 70 ans, insuffisance respiratoire, coronaropathie, diabète...
<i>Ambulatoire difficile</i>	Hyperalgésie, contexte défavorable, éloignement

proposés par les sociétés savantes, telles la Société Française d'Étude et de Traitement des Brûlures¹⁰ (SFETB, *Tableau I*) ou l'American Burn Association¹¹ (ABA, *Tableau II*), sont un prérequis. Très larges, ils ne sauraient cependant justifier à eux seuls un transport aérien médicalisé à longue distance.

Il existe également une ébauche de recommandations britanniques sur les indications de transport aérien *intra-national* des brûlés,¹² mais à notre connaissance pas de recommandation formalisée concernant les indications de transport à longue distance.

En pratique, l'indication est souvent posée en cas d'inadéquation entre l'offre locale et les besoins de soins du ou des blessé(s) : brûlé trop grave pour les capacités locales, ou saturation de ces capacités par des victimes multiples (situation non exceptionnelle lors d'accidents industriels). C'est la situation la plus délicate, car l'équipe transporteuse peut être amenée à compléter la mise en condition avant embarquement. Les cas de rapatriement sanitaire depuis une structure hospitalière moderne et non saturée sont en général plus simples à gérer.

Dans tous les cas, le contact entre l'équipe de prise en charge primaire et l'équipe spécialisée receveuse est indispensable pour confirmer l'indication de transfert, optimiser l'orientation et planifier l'accueil du ou des blessé(s).

Quand transporter?

Selon le délai entre la brûlure et le transport de la victime, on peut distinguer deux types de situations bien différentes.

Tableau II - Critères ABA pour adresser un patient à un centre de brûlés

<ul style="list-style-type: none"> • SCB >10 % (hors 1er degré) • Brûlures sur mains, face, pieds, organes génitaux ou périnée, grosses articulations • Brûlures du 3ème degré à tout âge • Brûlures électriques (dont foudroiement) ou chimiques • Lésions d'inhalation • Antécédents compliquant la prise en charge ou grevant le pronostic • Brûlures et traumatisme associé (le cas échéant après traitement traumatologique initial) • Enfants brûlés en l'absence de capacité pédiatrique locale • Brûlures avec besoins spécifiques d'ordre social, émotionnel ou de réhabilitation
--

Le transport à la phase précoce (dans les 48 premières heures après la brûlure) concerne des brûlés graves pour lesquels l'insuffisance technique ou la saturation des structures locales est le motif principal de transfert. Il s'agit alors de blessés instables ou potentiellement tels, sans possibilité de différer le transport jusqu'à stabilisation. Les principales particularités de ces blessés sont leurs besoins considérables en remplissage vasculaire, et la majoration rapide d'un syndrome œdémateux diffus. L'enjeu est d'éviter deux écueils également dangereux : le défaut de remplissage qui entretient le choc hypovolémique, et l'excès de remplissage qui entraîne des complications redoutables, en particulier œdème pulmonaire hydrostatique ou syndrome compartimental abdominal. La ventilation mécanique est fréquente. Le risque d'aggravation en vol est marqué, les défaillances circulatoires et respiratoires étant au premier plan.

Dans ce cas, le régulateur s'assure que les traitements urgents et impossibles en vol, spécialement chirurgicaux, sont effectués avant évacuation longue distance. Il s'agit spécialement de la chirurgie de stabilisation des traumatismes associés (contrôle des hémorragies, alignement et exofixation des fractures) et surtout des escarrotomies de décompression en cas de brûlures circulaires du 3ème degré, à risque majeur de décompenser en syndrome compartimental en vol.

La pratique militaire, hors afflux massif, peut ici différer nettement de la pratique civile. En effet, un blessé brûlé au combat est pris en charge sur le théâtre d'opération par la chaîne médicale opérationnelle avant l'évacuation médicale dite stratégique. Cette évacuation est précoce pour éviter de saturer la chaîne et pour offrir au plus vite les conditions optimales de traitement au blessé, mais les gestes chirurgicaux évoqués sont la mission-même des échelons chirurgicaux avancés de cette chaîne. En pratique civile, en revanche, l'évacuation précoce du brûlé est sou-

vent décidée faute de capacité locale de traitement performant. Ces interventions n'ont alors parfois pas pu être réalisés sur place, imposant la recherche d'une solution alternative : évacuation en deux temps avec complément de mise en condition dans une structure plus performante, ou acheminement d'un spécialiste apte à compléter la mise en condition avant embarquement.

Le transport à la phase secondaire concerne des patients stabilisés mais encore en cours de traitement, en raison d'un échec des premières tentatives de couverture cutanée, ou simplement parce que la décision de transport a été différée jusqu'à stabilisation. Le risque d'aggravation en vol est moindre mais persiste, en particulier en cas d'infection locale mal contrôlée. Dans cette situation, le moment du transfert peut être ajusté, en accord avec les deux équipes hospitalières, pour en optimiser la sécurité.

Modalités du transport

Une fois confirmées l'indication et la faisabilité du transport, celui-ci doit être organisé de manière optimale. Le nombre de brûlés à transporter, leur état de gravité et l'intensité des soins en cours, ainsi que la distance à couvrir conditionnent le choix du vecteur d'évacuation : aéronef dédié ou ligne régulière en pratique civile ; aéronef préparé pour une évacuation sanitaire individuelle (type Falcon) ou collective (type C135FR MORPHEE), ou transport sur une liaison aérienne planifiée en pratique militaire. Le volume et la composition de l'équipe médicale et paramédicale qui effectuera le transport dépendent des mêmes facteurs. Par ailleurs, l'accessibilité de la structure de prise en charge initiale et celle du centre spécialisé receveur déterminent l'organisation des éventuelles «petites boucles» amont et aval. Ces

Tableau III - Check-list pour le transport aérien longue distance d'un brûlé grave

<i>Les points propres aux brûlés ou d'une importance particulière pour eux sont en italiques.</i>
<p><i>1) Données médicales du patient</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Etat civil, point de contact (famille) - Confirmation de la destination et de l'heure attendue d'arrivée par l'équipe receveuse - Antécédents médico-chirurgicaux - <i>Date et heure de la brûlure, SCB, schéma des brûlures (Lund et Browder), photographies 3ème degré circulaire et localisation, escarrotomies de décompression effectuées</i> - <i>Lésions d'inhalation</i> - Lésions associées, chirurgie urgente effectuée - Infections ou colonisations <ul style="list-style-type: none"> Résultats microbiologiques, traitement anti-infectieux local/général Isolement si bactéries multirésistantes - Evolution récente - Défaillances actuelles (N / O stabilisée / O évolutive mais transport possible / O intransportable) <ul style="list-style-type: none"> Respiratoire – Hémodynamique – Neurologique – Rénale – Hépatique – Hématologique <p><i>CONCLUSION : Patient transportable O/N</i></p>
<p><i>2) Matériel & consommables</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Dotation habituelle pour évacuation médicalisée, complète, vérifiée et fonctionnelle - <i>Pompes à perfusion (au moins 2), pousse-seringues électriques (au moins 4)</i> - <i>Ventilateur conventionnel suffisant, sinon personnel formé et dispositif complet fonctionnel</i> - <i>Ringer lactate : volume maximum prévisible</i> - <i>Albumine 4 ou 5 %: volume maximum prévisible</i> - Autres solutés - Oxygène : consommation maximum prévisible - Catécholamines (au minimum noradrénaline, adrénaline) - Anti-infectieux à poursuivre
<p><i>3) Préparation du patient</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Si ventilation spontanée sans prothèse, absence confirmée d'indication d'intubation - <i>Canule / sonde endotrachéale en place, perméable, solidement fixée, ballonnet gonflé à l'eau</i> - <i>Pneumothorax bien drainé, fixation solide, perméable, valve de Heimlich et recueil fonctionnels</i> - Ventilation mécanique bien réglée, patient adapté, humidification adéquate - <i>Abord veineux fiable, solidement fixé, perméable, sites d'injection accessibles</i> <ul style="list-style-type: none"> Soluté de perfusion en flacon souple ou avec prise d'air d'altitude, débit vérifié - <i>Abord artériel fiable, solidement fixé, perméable, site de prélèvement accessible</i> <ul style="list-style-type: none"> Tubulure de pression artérielle compatible avec le moniteur, en pression sans bulle d'air - <i>Sonde urinaire en place, perméable, avec collecteur gradué pour petits volumes</i> - <i>Sonde gastrique en place, perméable, déclive ou en aspiration douce ; estomac vidangé</i> - <i>Sédation en cours, adaptée</i> - <i>Pansement bien couvrant, propre, datant de moins de 24h</i> - Lésions associées <ul style="list-style-type: none"> Fixateurs externes apparents, fiches protégées Épanchements gazeux évacués Abords chirurgicaux et drains identifiés et accessibles, absence de saignement actif - <i>Monitoring en place, fonctionnel</i> - <i>Protection thermique</i> - <i>Prophylaxie thrombo-embolique</i>

éléments essentiels de régulation ne présentent pas de spécificité propre à la brûlure grave.

Equipe spécialisée ou non

L'évacuation aéromédicale stratégique des militaires nord-américains brûlés en opérations se déroule selon une organisation évoquée plus haut. Un point de cette organisation mérite une attention approfondie : le recours à une équipe spécialisée ou Burn Flight Team (BFT), armée par l'US Army Institute of Surgical Research de San Antonio dont le centre de brûlés reçoit la totalité de ces patients. Pour les théâtres irakien et afghan, tous les transferts de brûlés depuis ces théâtres vers Landstuhl sont effectués par des équipes polyvalentes. La BFT n'intervient qu'à l'étape suivante, pour les transferts entre Landstuhl et San Antonio, qu'elle a assurés dans 38% des cas soit 206 patients en 4 ans dans l'étude de Renz.⁸ Les autres brûlés sont transférés pas des équipes de réanimation (Critical Care Air Transport Team, CCATT) dans un tiers des cas, et d'évacuation médicale simple pour les autres, non spécialisées dans le traitement des brûlés.

Le format plus réduit des Armées françaises et des forces qu'elles engagent en opérations extérieures, et les elongations de transport plus courtes entre les théâtres récents et la France métropolitaine, ont conduit la France à opter pour une organisation plus légère, bien adaptée au nombre limité de militaires français brûlés en opérations. Les évacuations aéromédicales stratégiques y sont habituellement réalisées par des équipes médicales de l'Armée de l'Air ou des anesthésistes-réanimateurs des hôpitaux militaires, non spécialisés dans le traitement des brûlés. Les anesthésistes-réanimateurs de notre centre de traitement des brûlés sont toujours impliqués dans la régulation de ces évacuations, et remplissent ponctuellement ces missions pour les brûlés les plus graves ou en cas de brûlés multiples. Une étude rétrospective a ainsi analysé 173 évacuations aéromédicales stratégiques depuis le seul théâtre afghan de 2001 à 2011, dont 135 concernaient des pathologies traumatiques.¹³ Les brûlures étaient le motif principal d'évacuation chez 13 de ces militaires évacués, dont 9 étaient des brûlés de guerre et 4 présentaient des brûlures non liées aux combats. Quatre de ces 13 militaires brûlés ont présenté des complications en vol : une décompensation septique et trois dégradations respiratoires. L'analyse de ces transferts a conclu à des réactions adaptées des équipes, et à un niveau de médicalisation (médecin de l'Armée de l'Air, anesthésiste-réanimateur polyvalent ou spécialisé) adéquat.

Conduite du transport aérien de brûlés graves

Les principes généraux du transport aérien sanitaire s'appliquent en tout point au brûlé grave, avec les particularités suivantes quant à leur mise en œuvre.

Tableau IV - Remplissage vasculaire du brûlé grave adulte. Volumes à perfuser en mL de soluté de remplissage par kg de poids corporel et par % de surface cutanée brûlée. H0 = heure de brûlure

<i>Brûlé adulte > 15 % SCT : formule de Percy</i>		
<i>Tranche horaire</i>	<i>Volume à perfuser</i>	<i>Soluté</i>
H0 → H8	2 mL/kg/ %	• Ringer lactate
H8 → H24	1 mL/kg/ %	• Ringer lactate si SCB < 30 % SCT • ½ Ringer lactate, ½ Albumine 4 % si SCB > 30 % SCT
H24 → H48	1 mL/kg/ %	

Avant le vol

Les points essentiels à vérifier avant le vol sont synthétisés dans le *Tableau III*, qui peut être utilisé comme check-list pour le transport d'un brûlé grave.

Avant la mission : anticiper les besoins logistiques

Avant la mission, comme pour tout transport aérien sanitaire, il est capital d'anticiper les besoins en matériel et en consommables (solutés, médicaments, fluides). Quelques points propres aux brûlés graves doivent être connus.

Les solutés de remplissage et d'hydratation sont consommés en quantité considérable par un brûlé grave, du fait de la plasmorragie et de l'exsudation. Jusqu'à la 48ème heure, la réanimation initiale du choc de la brûlure s'appuie sur de multiples formules prédictives des besoins en fonction de la surface cutanée brûlée et du délai écoulé depuis la brûlure.¹⁴ La connaissance précise de ces deux données est donc impérative. Pour l'évaluation de la surface, on s'appuie au mieux sur des photographies des lésions, et sur un calcul au moyen d'un outil informatique dédié ou des classiques tables de Lund et Browder.

Aucune formule n'a de supériorité démontrée sur les autres. Faute de consensus, les recommandations nord-américaines actuelles proposent d'administrer entre 2 (formule de Brooke modifiée) et 4 (formule de Parkland) mL/ kg/ % de Ringer lactate, associé à des colloïdes pour les grandes surfaces brûlées.¹⁵ Cette recommandation d'emploi des colloïdes, de grade A, vise à éviter l'excès de remplissage vasculaire, en particulier en cas d'utilisation exclusive de cristalloïdes. Couplé à la crainte du défaut de remplissage, le remplissage exclusif par cristalloïdes s'accompagne en effet fréquemment d'un syndrome oedémateux massif délétère, avec en particulier un risque d'oedème pulmonaire bien établi, et surtout un risque de syndrome du compartiment abdominal spécialement redoutable dans ce contexte, comme l'ont décrit les équipes chirurgicales américaines en Irak et en Afghanistan.¹⁴

Le Service de Santé des Armées françaises utilise une formule particulière pour les adultes (*Tableau IV*), et la

Tableau V - Remplissage vasculaire du brûlé grave *pédiatrique* – Formule de Carvajal. Le volume à perfuser dans les premières 24h est à passer pour moitié dans les 8 premières heures

Volume à perfuser en mL / m ² / 24h		
	J0	J1
Besoins de base (/m ² de surface corporelle totale)	2000	1500
Besoins liés à la brûlure (/m ² de surface cutanée brûlée)	5000	4000

Tableau VI - Remplissage vasculaire : cible de diurèse. Le débit de remplissage est augmenté de 20 % si cette cible n'est pas atteinte (en l'absence d'obstruction), diminué de 20 % si elle est dépassée (en vérifiant qu'il ne s'agit pas d'une hyperdiurèse osmotique)

Situation clinique	Objectif de diurèse horaire
Adulte (brûlure thermique)	0,5 à 1 mL / kg / h
Enfant (brûlure thermique)	1 à 1,5 mL / kg / h
Electrisé	1,5 à 2 mL / kg / h

formule de Carvajal pour les enfants (*Tableau V*), en introduisant l'albumine diluée (4 %) à partir de la 8ème heure en cas de brûlures sur plus de 30 % de la SCT, ce qui est en accord avec les recommandations déjà citées. Le choix de l'albumine (plutôt que d'un colloïde de synthèse ou même de plasma) comme celui de sa concentration reposent sur des données cliniques limitées et surtout sur des données expérimentales, et ne sont donc pas consensuels. Ainsi, l'albumine concentrée (20 % ou 25 % selon les pays de commercialisation) est une alternative parfois envisagée compte tenu de sa moindre empreinte logistique en cas de transport aérien. Toutefois, ce soluté hyperoncotique semble dangereux en cas d'hypovolémie chez des patients tout-venant, avec en particulier un risque rénal multifactoriel.¹⁶ Ceci a conduit le Service de Santé des Armées françaises comme ses homologues américains qui utilisent toutefois un protocole différent¹⁷ à s'en tenir à l'albumine diluée (respectivement 4 % et 5 %).

Pour l'évaluation des volumes de solutés à emporter, il faut retenir que les formules ne sont qu'un guide, que les débits doivent être ajustés au moins à la diurèse horaire du patient (*Tableau VI*), et que certaines conditions majorent les besoins : lésions d'inhalation, brûlures thoraciques, retard de prise en charge en particulier. On plafonne en pratique les volumes perfusés au maximum au triple des volumes prévus par les formules, ce qui est considérable.

A titre d'exemple, un sujet de 80 kg brûlé sur 60% de la SCT, et dont le transport durerait 12h entre H20 et H32 post-brûlure aura théoriquement besoin pour cette période de :

$$(4 \text{ h}/16 \text{ h} \times 1 \text{ mL/ kg/ \%} + 8\text{h}/ 24\text{h} \times 1 \text{ mL/ kg/$$

%) x 80 kg x 60 % = 2800 mL de remplissage,

constitué pour moitié de Ringer lactate et pour moitié d'albumine 4 %. En pratique, compte tenu des variations individuelles, on peut donc être amené à lui perfuser au maximum le triple, soit 8400 mL en tout (4200 mL de chaque soluté). En ajoutant une marge de sécurité de 50 % pour les éventuels délais imprévus, il faut donc emporter 6300 mL de chaque soluté soit, compte tenu des conditionnements, 7 poches de 1000 mL ou 13 poches de 500 mL de Ringer lactate, et surtout 13 flacons de 500 mL d'albumine à 4 %.

Enfin, l'ajustement correct des débits de remplissage au cours d'un vol long courrier impose de recourir à des *pompes à perfusion*.

Au-delà de la 48ème heure, les apports visent essentiellement à équilibrer les pertes par exsudation, que l'on peut estimer grossièrement à 0,3 mL/ j/ cm² de surface exsudante (brûlures non recouvertes et sites donneurs de greffe en cas de chirurgie récente), en plus de la couverture des besoins de base voisins de 30 mL/ kg/ j. En cas de transport différé, le plus efficace pour anticiper les besoins est en pratique de s'enquérir des besoins du moment auprès de l'équipe de prise en charge primaire.

Les catécholamines et les pousse-seringues électriques nécessaires à leur administration doivent être disponibles.

L'oxygène relève du même type d'évaluation, en fonction des paramètres ventilatoires en cours, en prenant toujours comme base de calcul une FiO₂ = 1, en anticipant une aggravation éventuelle, et en majorant de 50 % les besoins maximaux estimés pour tenir compte des éventuels délais imprévus. Pour effectuer correctement cette évaluation, il faut bien connaître les caractéristiques du ventilateur utilisé, surtout s'il est pneumatique (correction de volume?), comme indiqué précédemment.⁴

Pour les brûlés en SDRA et sévèrement hypoxémiques, le transport peut n'être possible qu'en recourant à des techniques de ventilation d'exception, comme la ventilation percussive à haute fréquence, ce qui nécessite alors une équipe spécifiquement équipée et entraînée.¹⁸

A la prise en charge : limiter les risques liés au transport

A la prise en charge du brûlé par l'équipe transporteuse, une vérification systématique suivie d'éventuels compléments de mise en sécurité est indispensable pour limiter les risques liés au transport. Un geste de réalisation facile au sol mais aléatoire en vol doit être anticipé.

Les données médicales sont collectées : dossier complet, y compris schéma des brûlures (et photographies initiales si elles n'ont pas déjà été télétransmises à l'équipe receveuse), et surtout évolution récente et état de stabilité actuel du blessé, permettant la confirmation ultime que le transport est possible.

La sécurité des voies aériennes est vérifiée. A la phase initiale, en plus des indications non spécifiques (troubles de conscience, choc), l'intubation oro-trachéale s'impose en cas de brûlures sur 50 % de la SCT ou plus, de brûlures du 3ème degré de la face ou circulaires du cou, ou de signes de brûlures ORL ou respiratoires (dysphonie ou dyspnée, mais aussi suies ou œdème de l'oropharynx). Pour des patients un peu moins graves (30 à 50 % de SCT selon la part de 3ème degré, 2ème degré profond de la face ou circulaire du cou), il est en général préférable d'intuber avant embarquement que de courir le risque d'une décompensation en vol, où l'intubation pourrait s'avérer impossible après constitution de l'œdème. On s'assure de la bonne position, non sélective, et de la fixation de la sonde. Chez le brûlé, cette fixation nécessite un lien noué circulaire mais non compressif, et un repère de position aux arcades dentaires et non à la commissure labiale, pour éviter le risque d'extubation accidentelle par déplacement de la sonde sous l'effet de l'œdème. Si une trachéotomie a pu être réalisée, ce risque est plus faible.

L'oxygénation et la ventilation ont peu de spécificités, mais une FiO₂ à 100 % est recommandée dans les premières heures en cas d'exposition aux fumées du fait du risque d'intoxication oxycarbonée associée,¹⁹ a fortiori du fait de l'hypoxie-hypobarie d'altitude. Un éventuel pneumothorax doit être impérativement drainé avant embarquement en raison du dysbarisme. La perméabilité des drains, le bon montage et la fonctionnalité des valves de Heimlich sont vérifiées. Le monitoring de la SpO₂ peut être impossible en cas de brûlures des extrémités. Celui de l'EtCO₂, toujours possible, n'en est que plus nécessaire.

Sur le plan circulatoire, l'adéquation, la perméabilité et la fixation des accès vasculaires sont primordiales. En particulier, les 48 premières heures imposent des débits de remplissage considérables. Il faut donc disposer de voies veineuses de gros calibre, idéalement un désilet en site fémoral, suturé à la peau. On se méfiera des voies périphériques et plus encore intra-osseuses : très utiles pour la prise en charge pré-hospitalière, elles présentent un danger de déplacement secondaire sous l'effet de l'œdème, pouvant conduire en vol à une perte d'accès veineux avec extravasation. En cas de dépendance aux catécholamines, celles-ci doivent être administrées sur une voie dédiée d'un cathéter veineux profond. Dans ce cas, un cathéter artériel pour surveillance de la pression artérielle invasive est indispensable, de même qu'en cas de brûlures des 4 membres rendant les brassards inutilisables ou de surveillance de la gazométrie artérielle. La surveillance électrocardioscopique est toujours possible, même en cas de brûlures étendues du tronc si l'on a pris soin de fixer les électrodes avec une agrafeuse chirurgicale lors du pansement.

Une sonde urinaire, en place et perméable, est indispensable pour juger de l'adéquation du remplissage à la phase initiale : elle doit être connectée à un collecteur gradué, que l'on gardera accessible en vol. Elle reste par la suite nécessaire tant que le patient requiert de fortes doses de morphiniques.

Une sonde gastrique est la norme chez le brûlé grave, pour l'indispensable nutrition entérale. Celle-ci est interrompue le temps du vol, sous couvert de protection gastrique pharmacologique, pour limiter le risque de vomissement lié à l'expansion de la poche à air gastrique du fait du dysbarisme. La perméabilité de la sonde et la vacuité gastrique sont vérifiées, et une aspiration douce est mise en place (ou un siphonage avec aspirations intermittentes, plus aisément réalisables).

Sur le plan neurologique, le brûlé ne présente pas de spécificité pour l'évaluation et la mise en condition avant embarquement.

Sur le plan infectieux, il faut renouveler tous les pansements moins de 24h avant l'embarquement, pour limiter le risque de décompensation septique à point de départ cutané en vol. Il faut également s'assurer que les pansements sont suffisamment couvrants pour protéger les plaies et limiter les écoulements liés à l'exsudation. En cas de sepsis avéré, une antibiothérapie adaptée doit être déjà en place depuis 48h, et son efficacité clinique et biologique vérifiée.

Enfin, la protection contre l'hypothermie est essentielle chez un brûlé, compte tenu des déperditions liées à la perte de l'intégrité cutanée. En plus des pansements, une couverture isotherme est le minimum indispensable, une couverture chauffante et des réchauffeurs de solutés sont souvent préférables, d'autant qu'il n'est habituellement pas possible d'élever significativement la température des cabines d'aéronefs.

Pendant le vol

La réanimation du brûlé est poursuivie durant le transport proprement dit.

Sur le plan respiratoire, en cas de ventilation mécanique, la FiO₂ est habituellement maintenue à 100% dans les premières heures. Au-delà, elle est ajustée à l'objectif de SpO₂ et le plus souvent augmentée pour compenser l'hypoxie-hypobarie d'altitude. Le monitoring du CO₂ expiré aide à ajuster les paramètres ventilatoires. Les aspirations intratrachéales sont régulières, de préférence avec instillation de NaCl 0,9 % compte tenu du risque de dessiccation, qui est imparfaitement prévenu par les filtres échangeurs de chaleur et d'humidité. Enfin, le gonflage du ballonnet est au minimum régulièrement ajusté, spécialement à la montée et à la descente en raison des variations du niveau de pressurisation cabine ; il peut alternativement être réalisé à l'eau avant embarquement, pour éviter les

ajustements en vol. En ventilation spontanée, si l'oxygénothérapie ne peut pas être réalisée avec humidification continue par bullage, des aérosols itératifs d'eau stérile sont utiles.

Sur le plan circulatoire, si le brûlé est transféré à la phase initiale (soit jusqu'à H48 post-brûlure), le remplissage vasculaire est poursuivi en se guidant sur les formules déjà évoquées (*Tableaux IV et V*). Le débit de remplissage est adapté toutes les heures à la diurèse horaire, avec une cible dépendant de la situation clinique (*Tableau VI*). La qualité de cet ajustement horaire, à la hausse comme à la baisse, est plus importante que la formule utilisée pour guider le remplissage.¹⁵ Si c'est possible, on monitore également l'hémoglobine : supérieure à 17 g/ dL, elle marque une hémococoncentration qui justifie l'augmentation de débit de remplissage. La traçabilité horaire de cette surveillance et des débits administrés est impérative. L'indication des catécholamines, en première intention l'adrénaline dans les premières heures de choc hypokinétique puis la noradrénaline quand l'hyperkinésie vasoplégique s'installe, doit être bien pesée pour éviter d'approfondir les brûlures du 2ème degré sous l'effet d'une vasoconstriction périphérique extrême chez un patient sévèrement hypovolémique. Elles sont toutefois indispensables en complément du remplissage vasculaire en cas d'hypotension profonde ou de choc persistant malgré un remplissage bien conduit, dont la poursuite sans restriction conduirait aux complications déjà évoquées : anasarque de surremplissage et syndromes compartimentaux, en particulier abdominal. Le Service de Santé des Armées françaises plafonne ainsi les débits de remplissage à 3 fois le débit prédit par sa formule, et ses homologues américains à un volume cumulé de perfusions anticipé à 6 mL/ kg/ % en 24h.¹⁷ Au-delà de la 48ème heure, la réanimation hydro-électrolytique a moins de spécificité.

L'analgésie et la sédation sont poursuivis. Chez le brûlé ventilé, outre l'association classique de midazolam et sufentanil (ou fentanyl), la kétamine à faible dose (0,15 à 0,2 mg/ kg/ h en pratique) est intéressante à visée d'épargne morphinique. Le gamma-hydroxybutyrate de sodium est un hypnotique spécialement intéressant à la phase initiale pour le brûlé instable, du fait d'une excellente tolérance hémodynamique, et en cas de rhabdomyolyse ou d'insuffisance rénale du fait de ses propriétés hypokaliémiantes. Chez un brûlé conscient qui nécessiterait une intubation en vol, la succinylcholine est utilisable pour l'induction à séquence rapide jusqu'à H48 post-brûlure (H24 pour certains auteurs), mais interdite ensuite à cause du risque d'hyperkaliémie mortelle.²⁰ Le rocuronium est alors la meilleure alternative.

Le risque infectieux mérite une mention particulière. Pour le brûlé, l'essentiel a été fait avant le décollage. En

revanche, la colonisation par bactéries multirésistantes n'est pas rare chez les brûlés initialement pris en charge dans des conditions sub-optimales. Le rapatriement en Australie de brûlés victimes de l'attentat de Bali en 2002 a ainsi entraîné l'importation de souches d'*Acinetobacter baumannii* et de *Pseudomonas aeruginosa* panrésistants, qui ont entraîné des épidémies hospitalières.²¹ Notre centre a connu des cas similaires d'importation depuis des pays d'Afrique. Il convient donc d'appliquer avec rigueur les procédures d'isolement septique, de suivre scrupuleusement les procédures de décontamination du matériel et de l'aéronef après la mission, et surtout de communiquer toute information disponible à cet égard à tous les maillons de la chaîne de prise en charge, afin de limiter le risque de transmission croisée.

Cas de brûlés multiples

Tout ce qui précède s'applique au cas d'une évacuation sanitaire aérienne collective, mais les défis logistiques y sont amplifiés.²² Elle doit donc faire l'objet d'une planification spécialement rigoureuse, portant tout spécialement sur la petite boucle amont, la phase d'embarquement, celle de débarquement et la petite boucle aval, qui sont nécessairement plus longues qu'en cas de brûlé unique, et augmentent donc le risque de rupture dans la continuité des soins. Cela nécessite bien sûr de disposer des vecteurs appropriés, de plus en plus souvent multifonctions comme le système C135FR MORPHEE dans l'Armée de l'Air française, ou à l'avenir l'Airbus A330 MRTT (Multi-Role Tanker Transport) qui équipe déjà la Royal Air Force britannique. A notre connaissance, la Luftwaffe allemande était encore récemment la seule aviation militaire européenne dotée d'un aéronef dédié aux évacuations aéro-médicales stratégiques collectives de patients lourds de réanimation (Airbus A310 AeroMedEvac), mais la transformation de sa flotte en vecteurs multifonctions (Airbus A310 MRTT) a mis fin à cette particularité. Plus encore que les vecteurs, ces missions requièrent surtout des équipes formées et entraînées à la planification et à la conduite de ce type de transports.²³

Conclusion

Le transport aérien des brûlés graves est une éventualité peu fréquente, et qui concerne une pathologie impressionnante, spécialement pour des soignants qui n'y sont pas habitués. Une démarche rigoureuse et systématique, spécialement dans la planification de la mission et la prise en charge avant embarquement, reste la clé du succès. Conduite au mieux en étroite liaison avec l'équipe spécialisée du centre de brûlés receveur, elle permet à ces blessés à haut risque de bénéficier de soins optimaux, et des meilleures chances de survie et de réhabilitation.

BIBLIOGRAPHIE

1. Teichman PG, Donchin Y, Kot RJ: International aeromedical evacuation. *N Engl J Med*, 356: 262-70, 2007.
2. Klein MB, Kramer CB, Nelson J, Rivara FP, Gibran NS, Concannon T: Geographic access to burn center hospitals. *JAMA J Am Med Assoc*, 302: 1774-81, 2009.
3. ARDS Definition Task Force, Ranieri VM, Rubenfeld GD, Thompson BT, Ferguson ND, Caldwell E et al.: Acute respiratory distress syndrome: The Berlin definition. *JAMA J Am Med Assoc*, 307: 2526-33, 2012.
4. Tourtier JP, Leclerc T, Cirodde A, Libert N, Man M, Borne M: Acute respiratory distress syndrome: performance of ventilator at simulated altitude. *J Trauma*, 69: 1574-7, 2010.
5. Jault P, Donat N, Leclerc T, Cirodde A, Davy A, Hoffmann C et al.: Les premières heures du brûlé grave. *J Eur Urgences Réanimation*, 24: 138-46, 2012.
6. Klein MB, Nathens AB, Heimbach DM, Gibran NS: An outcome analysis of patients transferred to a regional burn center: Transfer status does not impact survival. *Burns*, 32: 940-5, 2006.
7. Klein MB, Nathens AB, Emerson D, Heimbach DM, Gibran NS: An analysis of the long-distance transport of burn patients to a regional burn center. *J Burn Care Res*, 28: 49-55, 2007.
8. Renz EM, Cancio LC, Barillo DJ, White CE, Albrecht MC, Thompson CK et al.: Long range transport of war-related burn casualties. *J Trauma Inj Infect Crit Care*, 64: 136-45, 2008.
9. Chung KK, Blackbourne LH, Renz EM, Cancio LC, Wang J, Park MS et al.: Global evacuation of burn patients does not increase the incidence of venous thromboembolic complications. *J Trauma*, 65: 19-24, 2008.
10. SFETB - Société Française d'Etude et de Traitement des Brûlures. Critères d'hospitalisation d'un brûlé dans un centre de brûlés [Internet]. [cité 4 janv 2013]. Disponible sur: http://www.sfetb.org/index.php?rub=textes-officiels&art=doc_ref_10b
11. American Burn Association. Burn Center Referral Criteria [Internet]. [cité 4 janv 2013]. Disponible sur: <http://www.ameriburn.org/Burn-CenterReferralCriteria.pdf>
12. Chipp E, Warner RM, McGill DJ, Moiemmen NS: Air ambulance transfer of adult patients to a UK regional burns centre: Who needs to fly? *Burns*, 36: 1201-7, 2010.
13. Robert J. STRAT AE: Evacuation sanitaire aérienne stratégique. 2001-2011: Dix ans en Afghanistan, étude rétrospective sur la prise en charge des blessés français. [Doctorat en médecine]. [Paris]: Paris XI; 2012.
14. Alvarado R, Chung KK, Cancio LC, Wolf SE: Burn resuscitation. *Burns*, 35: 4-14, 2009.
15. Pham C, Greenwood J, Cleland H, Woodruff P, Maddern G: Bioengineered skin substitutes for the management of burns: A systematic review. *Burns J Int Soc Burn Inj*, 33: 946-57, 2007.
16. Schortgen F, Girou E, Deye N, Brochard L, CRYCO Study Group: The risk associated with hyperoncotic colloids in patients with shock. *Intensive Care Med*. 34: 2157-68, 2008.
17. Joint Trauma System. Clinical Practice Guidelines - Burn Care [Internet]. US Army Institute of Surgical Research; 2013 [cité 7 avr 2014]. Disponible sur: http://www.usaisr.amedd.army.mil/assets/cpgs/Burn_Care_13_Nov_13.pdf
18. Barillo DJ, Renz EM, Wright GR, Broger KP, Chung KK, Thompson CK et al.: High-frequency percussive ventilation for intercontinental aeromedical evacuation. *Am J Disaster Med*, 6: 369-78, 2011.
19. Hampson NB, Piantadosi CA, Thom SR, Weaver LK: Practice Recommendations in the Diagnosis, Management, and Prevention of Carbon Monoxide Poisoning. *Am J Respir Crit Care Med*, 186: 1095-101, 2012.
20. Martyn JAJ, Richtsfeld M: Succinylcholine-induced hyperkalemia in acquired pathologic states: etiologic factors and molecular mechanisms. *Anesthesiology*, 104: 158-69, 2006.
21. Kennedy PJ, Haertsch PA, Maitz PK: The Bali burn disaster: Implications and lessons learned. *J Burn Care Rehabil*, 26: 125-31, 2005.
22. Mérat S, Grasser L, Barges L, Bordier E, Peraldi C, Gil C et al.: Evacuation sanitaire aérienne stratégique collective de brûlés thermiques. *Réanoxyo*, 28: 20-3, 2012.
23. Borne M, Tourtier JP, Ramsang S, Grasser L, Pats B: Collective air medical evacuation: The French tool. *Air Med J*, 31: 124-8, 2012.