

Le Congrès

Médecins. Conférence d'essentiel

© 2014 Sfar. Tous droits réservés.

Prise en charge initiale du brûlé

Sabri Soussi¹, Alice Blet^{1,2}, Angélique Muzard¹, Marc Guibert³, Mourad Benyamina¹, Matthieu Legrand^{1,2}

¹Département d'Anesthésie-Réanimation et Centre de traitement des Brûlés, Hôpital St-Louis, APHP, Université Paris 7-Diderot, Hôpital St-Louis, 1 avenue Claude Vellefaux, 75010, Paris

²Inserm UMR 942

³Service de chirurgie Plastique et Centre de Traitement des brûlés, Hôpital St-Louis, APHP, Université Paris 7-Diderot, Hôpital St-Louis, 1 avenue Claude Vellefaux, 75010, Paris

Auteur correspondant : Dr Matthieu Legrand (matthieu.m.legrand@gmail.com)

Points essentiels

- L'agression thermique modifie brutalement l'équilibre de Starling régissant les mouvements transcapillaires de liquide, entraînant une hypovolémie, une baisse profonde du débit cardiaque et un œdème interstitiel.
- La réanimation volémique est basée sur l'administration de cristalloïdes. La surveillance de paramètres physiologiques peut permettre d'éviter les situations à risque d'hypoperfusion en cas d'hypovolémie trop marquée (index cardiaque, ScvO₂, débit urinaire, lactate, etc.).
- La réanimation volémique est basée sur une stratégie «équilibrée», ne cherchant pas à maximiser le débit cardiaque mais à le maintenir suffisant pour éviter l'hypoperfusion d'organes tout en évitant de majorer l'œdème interstitiel par une réanimation trop libérale.
- L'excès de remplissage est associé à une morbidité importante et probablement une surmortalité. Ce dernier se traduit notamment par une défaillance pulmonaire et des syndromes du compartiment abdominal parfois difficilement corrigibles une fois installés.
- La brûlure étendue s'accompagne d'une réponse inflammatoire importante et prolongée (plusieurs semaines) ainsi que d'une immunodépression marquée.
- Il faut évoquer et rechercher des signes de gravité d'intoxications (CO, cyanure, psychotropes, alcool, etc.) ou de traumatismes associés à la brûlure.
- Une supplémentation en éléments traces (sélénium notamment) semble diminuer les complications infectieuses.
- La prise en charge nutritionnelle fait partie intégrante de l'arsenal thérapeutique de la prise en charge des brûlés grave. Son instauration précoce par voie entérale diminue la morbidité.
- Des incisions de décharges doivent être réalisées précocement en cas de brûlures circulaires avec hyperpressions des tissus sous-cutanés ou des loges.
- Un avis auprès d'un centre spécialisé est à prendre devant toute brûlure grave.

Épidémiologie

Les brûlures peuvent entraîner des séquelles physiques et psychologiques importantes, et leur prise en charge nécessite des moyens particulièrement coûteux. Les données les plus récentes en France sont issues de l'étude menée par l'Institut de veille sanitaire à partir des données du Programme de Médicalisation des Systèmes d'Information (PMSI). En France métropolitaine, en 2009, 8825 patients ont été hospitalisés pour brûlures. La moyenne d'âge des patients était de 29,9 ans, les hospitalisations des personnes âgées entre 15 et 59 ans représentant 47 % de l'ensemble des hospitalisations. En 2009, les 20 hôpitaux en France métropolitaine disposant d'un Centre de Traitement des Brûlés (CTB) ont réalisé 46 % (n=5524) des séjours hospitaliers et ceux dépourvus d'un CTB 54 % (n=6460). Dans 5 % des cas (n=470), la brûlure était grave (brûlure étendue, présence de brûlure au niveau des voies respiratoires ou survenant chez une personne âgée). La durée moyenne de séjour (DMS) hospitalier était de 7,9 jours et elle augmentait significativement avec l'âge. Elle était près de 5 fois plus élevée pour les brûlures graves (30,4 jours) que pour les brûlures peu graves (6,6 jours). L'âge moyen des personnes décédées était de 60,2 ans. 208 personnes sont décédées à l'hôpital des suites d'une brûlure, soit 44 % des patients avec brûlures graves.

Rappel sur les mécanismes et la pathophysiologie

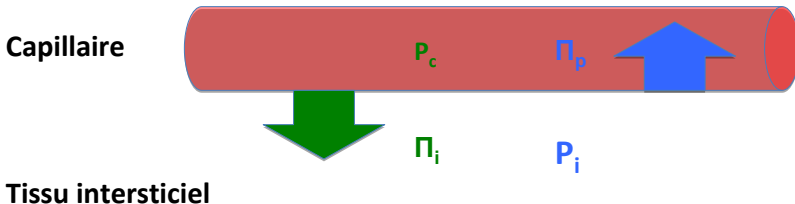
Les causes de brûlures peuvent être regroupées en quatre catégories : les brûlures thermiques, chimiques, radiques et électriques. Dans plus de 80 % des cas la brûlure est d'origine thermique, les brûlures chimiques ou par accident électrique représentent chacun moins de 5 % des cas. L'agression thermique et la brûlure qui en découlent conduisent à une réaction inflammatoire avec activation de la cascade pro-inflammatoire à l'origine des manifestations de la réponse inflammatoire systémique (SIRS) et de la dysfonction immunitaire secondaire. L'agression thermique modifie tous les paramètres de l'équilibre de Starling régissant les mouvements liquidiens transcapillaires (pression hydrostatique, pression oncotique et perméabilité capillaire, **Figure 1**) [1]. À la phase initiale, une destruction de la matrice extracellulaire s'accompagne d'une baisse brutale de la pression hydrostatique interstitielle, elle-même génératrice d'une fuite capillaire importante pendant quelques heures avec pertes hydroélectrolytiques et protéiques. Un syndrome de fuite capillaire s'en suit, entretenu par la réponse inflammatoire systémique et la baisse rapide de la pression oncotique. Son apparition est retardée par rapport à la réponse locale (6 à 12 h), mais plus prolongée (24 à 72 h).

L'action de divers médiateurs (cytokines, chémokines, radicaux libres, monoxyde d'azote) aboutit aussi à une altération des principales fonctions immunitaires des leucocytes (lymphocytes B et T, monocytes-macrophages) expliquant la grande susceptibilité du brûlé aux infections.

Conductivité hydraulique Coeff. de réflexion

Flux de filtration $\frac{J_v}{A} = L_p \{ (P_c - P_i) - \sigma(\Pi_p - \Pi_i) \}$

P_c Pression hydraulique capillaire Π_p Oncotique plasma
 P_i Pression hydraulique intersticiem Π_i Oncotique interstitium



The diagram shows a red horizontal cylinder representing a capillary. A green arrow points downwards from the capillary into the interstitial tissue, indicating fluid filtration. A blue arrow points upwards from the interstitial tissue into the capillary, indicating fluid reabsorption. Labels P_c and Π_p are inside the capillary, while P_i and Π_i are in the interstitial space.

Figure 1. Au décours de la brûlure, une hypovolémie et la formation d'œdème interstitiel seront favorisés par une augmentation de la perméabilité capillaire diminuant le coefficient de réflexion avec fuite protéique, augmentation de la perméabilité hydraulique, baisse de la pression hydraulique du secteur interstitiel, baisse de la pression oncotique plasmatique et augmentation de la pression oncotique interstitielle.

Évaluation des lésions, critères de gravité et orientation

La recherche de critères de gravité du patient brûlé est essentielle, à la fois pour guider le traitement initial ainsi que pour orienter le patient, le cas échéant vers un CTB (Tableau 1).

Évaluation de la surface

Pour le calcul de la surface cutanée brûlée (SCB), seules les lésions du 2^e et 3^e degré sont prises en compte. En préhospitalier, la règle des neuf de Wallace est la plus simple à utiliser. Elle attribue un pourcentage multiple de 9 à chacun des segments de surface corporelle. Elle

est, cependant, peu adaptée à l'évaluation des brûlures de petites dimensions ou celles disséminées sur toute la surface corporelle. Une règle modifiée est appliquée chez l'enfant. La paume de la main du patient représente environ 1 % de la surface corporelle totale. Ceci représente une unité simple facilitant le calcul pour les petites surfaces ou les grandes surfaces (en soustrayant de la surface cutanée les zones non brûlées).

Évaluation de la profondeur

L'appréciation de la profondeur de la brûlure est importante tant pour le pronostic vital que fonctionnel. Les signes discriminants sont : le 1^{er} degré est un érythème douloureux (assimilable à un « coup de soleil ») ; les phlyctènes et le décollement épidermique sont présents dans le 2^e degré mais absents dans le 1^{er} et 3^e degré. Les poils sont adhérents sur une brûlure du 2^e degré et ne le sont pas sur une brûlure du 3^e degré. Enfin, une peau brûlée au 3^e degré est atone, sèche, cartonnée, insensible et indolore, et les phanères (poils, ongles) n'adhèrent plus. La peau est dévascularisée et ne saigne pas aux ponctions, la décoloration à la vitropression disparaît. Plus la brûlure est profonde, moins elle est douloureuse (Tableau 1)

Caractéristiques	2° superficiel	2° profond	3° degré
souplesse	normale	indurée	cartonnée
phlyctènes	présentes	limitées	absentes
humidité	humide	suintante	sèche
douleurs	majeures	modérées	absentes
vitro pression	franche	incomplète	absente
phanères	en place	rare	absentes

Tableau 1. –Principales caractéristiques de la brûlure en fonction de la profondeur.

Il est toutefois souvent difficile de reconnaître précisément, dans le 2^e degré (lésion plus ou moins complète du derme) la part superficielle de la part profonde (s'apparentant au 3^e degré, qui ne cicatrisera pas spontanément), avant le quinzième jour.

Critères motivant la prise d'un avis auprès d'un Centre de Traitement des Brûlés* :

- surface cutanée brûlée > 10 % par brûlures profondes (2^e degré profond ou 3^e degré)
- surface cutanée brûlée > 20 %
- atteinte d'une zone à risque vital et/ou fonctionnel : cou circulaire et face, mains, pieds, périnée
- inhalation de fumées suspectée ou avérée
- lésions circulaires profondes
- brûlures électriques (électrisation)
- brûlures chimiques, surtout par acide fluorhydrique ou phosphorique
- adulte > 70 ans

Tableau 2.- Critères de gravité motivant la prise d'un avis auprès d'un Centre de Traitement des brûlés.

Stratégies de prise en charge préhospitalière

L'extraction de la victime du lieu du danger est bien sûr la priorité. Elle doit se faire dans les conditions requises par un éventuel traumatisme associé à la brûlure. Le retrait des vêtements est indiqué sauf s'ils sont adhérents aux lésions. Une évaluation rapide des circonstances de survenue de l'accident, de l'étendue des brûlures ainsi que des fonctions vitales du patient permet d'entreprendre des thérapeutiques urgentes. Celles-ci concernent le contrôle des voies aériennes et l'assistance respiratoire, le remplissage vasculaire et la lutte contre l'hypothermie et la douleur.

En présence de traumatisme grave (défenestration, explosion), ce dernier prime sur la brûlure. La prise en charge d'un patient polytraumatisé doit se faire dans un centre de polytraumatisés avec scanner corps entier et prise en charge des traumatismes graves mettant en jeu le pronostic vital avant le transfert secondaire dans un Centre de Traitement des Brûlés. Les traumatismes périphériques ne sont pas une contre-indication au transfert au Centre de Traitement des Brûlés de première intention. Il est à noter que la brûlure n'induit pas, aussi importante soit-elle, en l'absence de traitements sédatifs, de troubles de la vigilance. Des troubles de la conscience chez un patient brûlé doivent faire rechercher une intoxication associée (e.g. cyanure, monoxyde de carbone, alcool, psychotropes) et/ou un traumatisme crânien.

Contrôle des voies aériennes

Chez les patients suspects d'intoxication par fumées d'incendies, l'oxygénothérapie à haut débit est toujours indiquée en raison du risque d'intoxication au monoxyde de carbone souvent associée. L'intubation endotrachéale est indiquée en cas de détresse respiratoire aiguë, de troubles de la conscience (Score de Glasgow <8), de brûlures étendues (>40-50% de surface corporelle) en raison de l'anesthésie générale requise pour l'analgésie et de lésions graves du visage et du cou associées à des signes cliniques d'atteinte des voies aériennes supérieures. Une modification de la voix, un stridor ou une dyspnée laryngée doivent faire poser l'indication d'une intubation trachéale sans attendre devant le risque de rétrécissement progressif de la filière laryngée [1, 2]. En effet, une fois constituée, la réaction oedémateuse peut rendre difficile voire impossible l'intubation trachéale. Cette décision d'intuber ou non la victime se fait souvent dans des conditions difficiles [3]. L'intubation en séquence rapide est la règle et la succinylcholine ne présente pas de contre-indications à ce stade. La ventilation contrôlée est poursuivie avec utilisation systématique d'une ventilation protectrice pendant le transport (volume courant 6 ml/kg avec pression de plateau <28-30 cmH₂O et PEEP 5 cmH₂O) dans ce contexte d'agression pulmonaire, et FiO₂ 100 % en cas d'intoxication oxycarbonée suspectée ou prouvée.

Remplissage vasculaire

Les patients brûlés graves présentent à la phase initiale une hypovolémie vraie du fait de phénomènes d'exsudations par la brûlure de liquides hypotoniques ainsi que d'une hyperperméabilité capillaire en réponse au choc thermique [4]. Pendant la phase préhospitalière, le volume de cristalloïdes à administrer sera guidé par des formules de prédiction des besoins en remplissage vasculaire ainsi que des paramètres hémodynamiques disponibles (pression sanguine artérielle, EtCO₂). Cependant, une perfusion initiale de 20 ml/kg de cristalloïdes à la phase toute initiale, au cours de la première heure de prise en charge initiale du brûlé grave, est adaptée avant l'utilisation de formule nécessitant une appréciation relativement précise de la surface cutanée brûlée. Plusieurs formules ont été proposées dans la littérature. La formule de Baxter du Parkland Hospital est la plus utilisée [5, 6], elle est basée sur l'utilisation de cristalloïdes (Ringer lactate) à la dose de 4 ml/ kg/ pourcentage de SCB. La moitié du volume calculé doit être perfusée avec un débit constant sur les 8 premières heures, et l'autre moitié sur les 16 heures suivantes. Cette formule simple peut être employée par les équipes préhospitalières comme débit de perfusion initial lors du transport. En cas de brûlures électriques, la SCB ne correspond pas à la réalité des lésions et ne doit pas servir à évaluer l'apport liquidien. Le Ringer lactate peut être proposé comme

soluté cristalloïde de première intention du fait de son caractère relativement équilibré avec une faible concentration en chlore (111 mmol/L) et discrètement hypotonique (osmolarité 278 mOsm/L, concentration en sodium 130 mmol/L). La combinaison de grands volumes de solutés cristalloïdes à administrer pendant les premières heures et du caractère hypotonique des pertes liquidiennes associées aux exsudats expose au risque important d'hypernatrémie et d'hyperchlorémie en cas d'utilisation de solutés riches en sodium et en chlore (e.g. NaCl 0.9%). Pour les raisons sus-citées, les colloïdes n'ont aucune place dans la prise en charge initiale (premières heures) des brûlés graves.

Concernant les abords vasculaires, le remplissage vasculaire peut se faire sur deux voies veineuses périphériques posées si possible en zone saine. En cas d'impossibilité d'accès vasculaire, la pose d'un dispositif intra-osseux reste à disposition, et ce quel que soit l'âge de la victime. La pose d'une voie veineuse centrale fémorale est à retenir en dernière intention dans ce contexte en pré-hospitalier du fait d'un temps de pose supérieur et du risque infectieux associé à sa pose.

Lutte contre l'hypothermie

Le refroidissement de la brûlure doit être précoce et vise à stopper le processus de destruction cutanée liée à l'agression thermique. Cependant en cas de surface brûlée supérieure à 20 %, le risque d'hypothermie très important en fait limiter l'usage, de même que l'utilisation des gels d'eau. La brûlure doit être refroidie, pas le malade. Le risque étant la vasoconstriction pouvant compromettre la perfusion d'organe, incluant la peau avec risque d'approfondissement de la brûlure. Une association entre mortalité et hypothermie a également été mise en évidence chez le brûlé. La lutte contre l'hypothermie doit donc être réalisée en emballant les lésions à l'aide de champs stériles et d'une couverture de survie [1], en chauffant l'atmosphère (cellule de l'unité mobile hospitalière) et en limitant les temps de prise en charge préhospitalière au maximum. En cas de brûlure chimique, il est conseillé de rincer la peau pendant 30 min (eau à température ambiante). C'est l'action mécanique (douche) qui évitera l'approfondissement de la brûlure chimique (ne pas faire tremper). On peut rincer une brûlure chimique jusqu'à une heure après l'accident.

Lutte contre la douleur

La douleur est principalement liée aux brûlures superficielles. Elle nécessite une stratégie d'analgésie multimodale. La titration intraveineuse en morphine associée à la kétamine (0,25 mg/kg en IVL) en fonction de l'Echelle Numérique Simple (ENS) reste le traitement

analgésique de base chez le brûlé en ventilation spontanée. Tant que le patient conserve une ventilation spontanée et demeure algique, il ne faut hésiter à poursuivre la titration.

Traitement des éventuelles intoxications associées

L'inhalation de fumées d'incendie est liée à la combustion des matériaux synthétiques et naturels au cours d'un incendie en milieu clos. Elle peut provoquer une déprivation en oxygène et une intoxication aux gaz asphyxiants (monoxyde de carbone (CO), dioxyde de carbone (CO₂) et cyanure (HCN) en particulier). Les critères diagnostiques reposent cliniquement sur : un contexte évocateur (incendie en milieu clos), une rauçité de la voix, une dyspnée ou polypnée, une anxiété, des expectorations noires, la présence de suie, une brûlure de la face, une désorientation, un trouble de conscience (pouvant aller jusqu'au coma) et un arrêt cardio-respiratoire dans les formes les plus graves. La gazométrie artérielle confirmera le diagnostic d'intoxication au CO (carboxyhémoglobulinémie (HbCO) normale <3 % chez le sujet non-fumeur et <10 % chez le fumeur) ; et orientera le diagnostic d'intoxication au cyanure (hyperlactatémie > 10 mmol/L et acidose métabolique). Le cyanure se fixe sur les atomes de fer contenus dans l'hémoglobine (augmente l'affinité de l'hémoglobine pour l'oxygène, limitant sa disponibilité) et la cytochrome oxydase. Cette dernière propriété est responsable d'un blocage de la chaîne respiratoire mitochondriale (complexe IV), déviant la synthèse de l'ATP vers la glycolyse anaérobie et augmentant la synthèse d'acide lactique. Le cyanure possède également une action cytotoxique directe en ouvrant les canaux calciques membranaires. Le cyanure est un puissant poison cellulaire pouvant rapidement entraîner le décès en cas d'intoxication massive. L'intérêt de l'administration d'un antidote efficace en cas d'intoxication massive avérée paraît donc justifié. En France, l'antidote disponible de l'intoxication au cyanure est l'hydroxocobalamine (Cyanokit®). L'administration de l'hydroxocobalamine chélate le cyanure en induisant la formation de cyanocobalamine, qui sera lui-même éliminé en plusieurs jours, essentiellement par voie rénale. Cependant l'hydroxocobalamine a également une affinité pour le monoxyde d'azote (NO), notamment en l'absence de cyanure avec lequel il entre en compétition. La conséquence sera une diminution de la biodisponibilité du NO avec des effets vasoconstricteurs parfois intenses. Si ces effets sont probablement sans grandes conséquences chez le sujet sain (une augmentation de la pression sanguine artérielle a été décrite) ou chez le sujet intoxiqué non brûlé, l'intérêt de son administration chez le patient brûlé grave fait débat. En effet, la brûlure s'accompagne d'un syndrome inflammatoire systémique intense et parfois d'une défaillance multiviscérale. Si les données manquent quant aux effets d'inhibiteurs non sélectifs du NO chez les brûlés graves,

le blocage non sélectif de la voie du NO au cours du choc septique s'accompagne d'une augmentation de la mortalité (malgré une meilleure pression sanguine artérielle) illustrant les effets homéostatiques essentiels du NO dans les situations d'inflammation systémique intense. L'intérêt de l'administration d'hydroxocobalamine chez le brûlé doit donc être réfléchi, et probablement réservée aux indications formelles, c'est à dire au patient brûlé en milieu clos avec suspicion d'inhalation de fumées d'incendie et en arrêt cardio-respiratoire ou avec une instabilité hémodynamique et une hyperlactatémie (> 10 mmol/L). La dose recommandée est de 10 g au cours de l'arrêt cardio-respiratoire et de 5g, à renouveler une fois si nécessaire (instabilité hémodynamique et hyperlactatémie persistantes) chez l'adulte. Chez l'enfant, la dose initiale est de 70 mg/kg, pouvant être répétée une fois. Le contexte d'incendie en système clos doit également faire évoquer une intoxication au monoxyde de carbone. Le traitement spécifique de l'intoxication au CO repose sur une FiO_2 à 100 %. Si la femme enceinte ou les patients présentant un trouble de la conscience, des signes cliniques neurologiques, cardiaques, respiratoires ou psychiques doivent classiquement bénéficier d'une oxygénothérapie hyperbare dans ce contexte, le contexte de brûlure grave doit être mis dans la balance du rapport bénéfice/risque de l'oxygénothérapie hyperbare. En effet, celle-ci ne doit pas retarder ou limiter la réanimation hémodynamique et ventilatoire ou les traitements chirurgicaux urgents. Ainsi, nous privilégions le transfert rapide dans un centre de brûlés spécialisé chez les patients présentant des brûlures étendues. De plus, dans la grande majorité des cas, la ventilation en FiO_2 100 % pendant la prise en charge préhospitalière permet la normalisation de l'HbCO à l'arrivée dans le centre.

Prise en charge dans les 24 premières heures intrahospitalières

Les lits disponibles en CTB étant limités, les centres non spécialisés sont susceptibles d'admettre temporairement les patients avant leur transfert secondaire en CTB. À la phase initiale de son évolution, la brûlure détermine un choc hypovolémique caricatural puis distributif. Les objectifs du remplissage vasculaire sont de maintenir une volémie efficace suffisante pour maintenir un débit cardiaque adapté et une perfusion tissulaire (surtout rénale et splanchnique), mais en induisant le moins d'œdème interstitiel possible notamment pulmonaire et splanchnique.

Prise en charge hémodynamique

La prise en charge hémodynamique du brûlé grave repose essentiellement sur le remplissage vasculaire. Les moyens d'évaluation des volumes de cristalloïdes à administrer font cependant encore débat. Le remplissage vasculaire est réalisé au moyen d'un cathéter central, placé de préférence en zone non-brûlée et sous échographie afin de limiter les complications liées à la pose. La formule de Baxter est la plus utilisée en Europe pour le remplissage vasculaire initial, ce qui lui vaut le nom de la « consensus formula » [8, 9]. Cette formule simple à utiliser fut établie dans les années 60 à partir des volumes estimés de pertes chez des animaux (singes et chiens) expérimentalement brûlés à 30-50% de leur surface cutanée, puis évaluée sur une série de 277 patients brûlés, avec une mortalité considérée comme « acceptable » par les auteurs à l'époque. Le débit de perfusion est ensuite ajusté principalement sur la diurèse horaire avec un objectif entre 0,5 et 1 ml/kg/h [1]. Malgré sa grande popularité, cette formule a été vivement critiquée du fait d'une part de l'imprécision de l'évaluation initiale de la SCB, et d'autre part de la présence de plusieurs facteurs autres influençant les besoins de remplissage vasculaire tels que le mécanisme de la brûlure, la profondeur des brûlures, l'inhalation de fumées, l'association à un traumatisme, l'âge, les délais de réanimation, la consommation de drogues et d'alcool et la chirurgie précoce. De plus, une oligurie dans certains cas n'est pas un marqueur fiable du débit sanguin rénal. De ce fait, certains auteurs suggèrent d'autres méthodes pour guider le remplissage vasculaire et l'adapter à chaque situation en se basant sur un monitoring hémodynamique invasif ou semi-invasif et des paramètres d'oxygénation et de perfusion tissulaire [10,11]. Ces auteurs ont évalué l'apport hydrique à la phase initiale en se basant uniquement sur des paramètres statiques de précharge (volume sanguin intrathoracique et pressions de remplissage), ils ont observé des volumes administrés supérieurs à ceux prédits par la formule de Parkland [12] et ce sans améliorer les paramètres d'oxygénation et la lactatémie et sans diminuer l'incidence de l'insuffisance rénale aiguë et des défaillances d'organes [13]. Dans une étude récente prenant en compte des indices dynamiques (dit de précharge-dépendance) par le système LiDCO, une réduction significative de l'administration de cristalloïdes a été observée dans les 24 premières heures de la prise en charge par rapport à un groupe « Parkland » [14]. Dans cette étude les auteurs utilisaient ces indices dynamiques pour guider le remplissage vasculaire quand les objectifs de diurèse et de PAM n'étaient pas atteints. Aboelatta et al. [15] ont comparé deux régimes de remplissage vasculaire : le premier utilisant des objectifs de volume sanguin intrathoracique > 800 ml/m² et un IC > 3,5 L/min/m², et le deuxième la formule de Parkland avec des bolus de remplissage vasculaire pour atteindre des objectifs cliniques (PAM > 60 mmHg et diurèse > 0,5 ml/kg/h) associés à une saturation veineuse centrale en oxygène (ScvO₂) > 65 % et une

lactatémie < 2 mmol/l. Les auteurs ont trouvé que le premier régime aboutissait à des volumes perfusés significativement plus importants que le deuxième. Enfin dans une autre étude récente utilisant un protocole de remplissage vasculaire basé sur le volume sanguin intrathoracique et le taux plasmatique de lactate, les auteurs ont constaté que les apports en cristalloïdes sont plus importants que ceux prédits par la formule de Parkland, sauf au cours des huit premières heures. Les auteurs ont aussi souligné qu'une diurèse $< 0,5$ ml/kg/h ne correspondait pas nécessairement à un index cardiaque bas ($< 2,2$ L/min/m²) ou à une lactatémie élevée et inversement [11]. Pour résumer, les résultats des études ayant tenté de définir les stratégies de réanimation hydroélectrolytiques sont discordants, mais il apparaît que les besoins en remplissage lorsque la réanimation est basée sur des objectifs hémodynamiques statiques tels que le volume sanguin intrathoracique aboutissent à des volumes supérieurs à ceux basés sur la formule de Parkland.

Étude	Type d'étude	Année de publication	Effectif	Paramètres retenus pour guider le remplissage	Principaux résultats
Berger et al	Étude de cohorte prospective	2013	132 patients	VSIT par TDTP et lactatémie	Apports hydriques plus importants que ceux prédits par la formule de Parkland Au-delà de H8
Holm et al	Prospective randomisée contrôlée	2004	50 patients	VSIT par TDTP	Volumes administrés supérieurs à ceux du groupe Parkland, sans amélioration des paramètres d'oxygénation et sans diminuer l'incidence de l'insuffisance rénale
Tokarik et al	Prospective randomisée contrôlée	2013	21 patients	Paramètres dynamiques de précharge dépendance VPP et VVE (système LiDco).	Réduction des volumes administrés les 24 premières heures par rapport à un groupe Parkland
Aboelatta et al	Prospective randomisée contrôlée	2013	30 patients	Comparaison de 2 régimes de remplissage : groupe VSIT par TDTP contre un groupe Parkland (contrôle) ajusté selon la ScvO ₂ et la lactatémie.	Volumes perfusés dans les 72 premières heures significativement plus élevés dans le groupe interventionnel

Tableau 1. Principales études ayant comparé les stratégies de réanimation chez le brûlé grave basées sur des objectifs hémodynamiques. VSIT, Volume sanguin intrathoracique ; TDTP, thermodilution transpulmonaire ; VPP, variations respiratoires de la pression pulsée ; VVE, variations respiratoires du volume d'éjection systolique ; ScvO₂, saturation veineuse centrale en Oxygène

Le concept « d'hypovolémie permissive » ou de réanimation « équilibrée » consiste ainsi à tolérer un certain degré d'hypovolémie, s'apparentant à une stratégie restrictive d'administration de cristaalloïdes, en ne cherchant pas à maximiser le débit cardiaque (à éviter une situation de « précharge-indépendance ») au vu des complications liées à un excès de remplissage (approfondissement des brûlures, défaillances d'organes, syndrome de détresse respiratoire aiguë, syndrome compartimental abdominal), mais à le maintenir simplement suffisant pour éviter l'apparition de défaillances liées à une hypoperfusion. Dans une étude non-randomisée, cette stratégie semblait associée à un meilleur pronostic qu'une réanimation dite « libérale » [16]. À la lumière de ces études, il est probable que la réanimation initiale du brûlé grave doit être basée sur l'analyse combinée de plusieurs paramètres physiologiques : la diurèse, la PAM, l'index cardiaque, mais aussi la ScvO₂, la lactatémie afin d'affiner les

volumes de cristalloïdes à administrer (**Figure 2**). La pression veineuse centrale est utile pour dépister et détecter des insuffisances cardiaques droites congestives, notamment chez les patients avec syndrome de détresse respiratoire aiguë. Dans les situations hémodynamiques complexes (cardiopathies sous-jacentes, défaillance cardiaque droite, hypertension artérielle pulmonaire...), l'échocardiographie transthoracique et transoesophagienne et/ou le cathétérisme artériel pulmonaire trouvent leur intérêt pour guider la réanimation, dont le recours aux vasopresseurs et aux inotropes en cas de dysfonction ventriculaire gauche et/ ou droite. L'introduction de vasopresseurs (noradrénaline) peut être nécessaire après la phase d'hypovolémie initiale lorsqu'un profil hyperkinétique avec vasoplégie s'installe (souvent après la 24e heure), et/ou pour compenser les effets vasodilatateurs liés à la sédation. D'autres études chez des patients grands brûlés sont nécessaires pour valider cette stratégie.

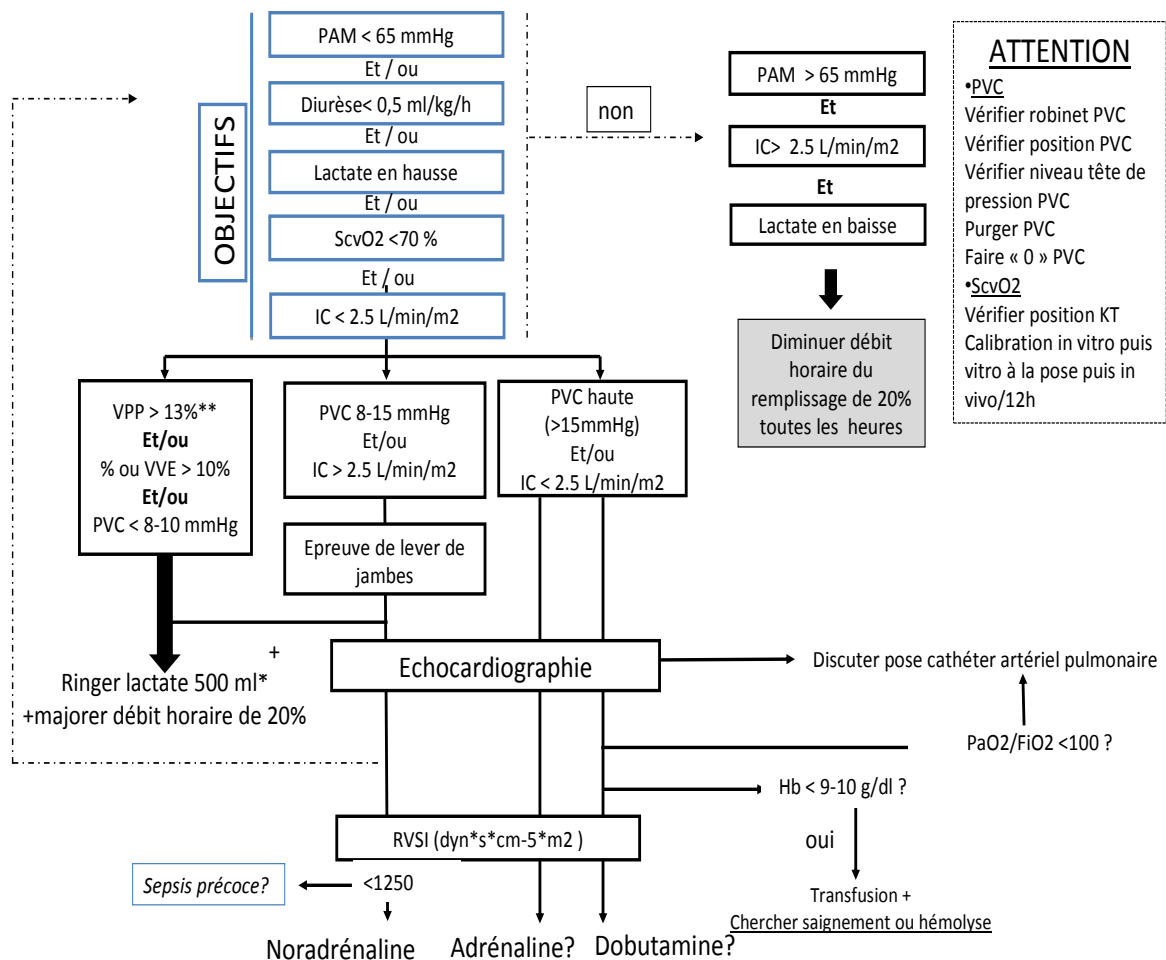


Figure 2. Proposition d'algorithme de réanimation initiale du grand brûlé, utilisée pour guider la réanimation des patients au Centre de Traitement des Brûlés de l'Hôpital de Saint Louis. Le débit de base, secondairement adapté (cf algorithme), est de 0,15 ml/kg/% de SCB par heure (soit, par exemple, 420 ml/h pour un patient de 70 kg, brûlé à 40 %).

Sur le plan qualitatif, le Ringer Lactate (cristalloïde hypotonique) reste le soluté de remplissage le plus utilisé en Europe [8], malgré un pouvoir d'expansion volémique inférieur aux colloïdes et le risque d'aggravation de l'œdème interstitiel. Les colloïdes sont fréquemment introduits, en proportion variable, le plus souvent après la huitième heure, au sein des différentes formules de remplissage [1]. Plus de 50 % des centres de brûlés européens utilisent des colloïdes à la phase précoce avec principalement de l'Albumine humaine suivie par les hydroxyéthylamidons (HEA) [8]. En théorie, les colloïdes permettraient une augmentation de la pression oncotique mais aussi une réduction des volumes administrés. De plus, l'albumine humaine présente des propriétés de transport mais aussi une activité anti-inflammatoire et antioxydante. Dans une étude récente, une méta-analyse de 4 études randomisées réalisées chez le brûlé ne retrouvait pas de bénéfice à l'utilisation d'albumine en terme de survie (risque relatif de mortalité 2.93 (95 % CI, 1.28 to 6.72)). Dans une étude rétrospective comparant des patients brûlés à plus de 20 % de surface cutanée ayant reçu ou non de l'albumine humaine à 5 % lors de la réanimation initiale, les auteurs ont montré qu'il n'y avait pas de différence de mortalité entre les deux groupes, mais un effet protecteur de l'albumine sur la survie en analyse multivariée (OR = 0,27, IC 95 % = [0,07- 0,97]) [17]. Dans une autre étude avant-après, Park et al. [17] ont observé chez la même population de brûlés que le recours à l'albumine humaine à 5 % au cours des 24 premières heures était associée à une baisse de la mortalité, du recours aux vasopresseurs et la durée de ventilation mécanique. L'albumine 5 % a pour inconvénient son faible pouvoir oncotique, du fait de sa faible concentration en albumine, et d'une concentration élevée en chlore. Des études complémentaires sont nécessaires pour explorer le bénéfice de l'administration d'albumine, mais aussi pour évaluer l'utilisation de l'Albumine humaine à 20 % par rapport à celle à 5 %, et déterminer les objectifs d'albuminémie à la phase initiale. Une récente étude multicentrique réalisée chez des patients en sepsis sévère ou choc septique ne montre pas de différence de mortalité entre un groupe ayant reçu de l'albumine à 20 % (pour un objectif d'albuminémie > 30 g/L) et le groupe contrôle. Les patients ayant reçu de l'albumine avaient cependant un bilan entrée-sortie plus faible et avaient une mortalité moindre dans le sous-groupe des patients en choc septique. La transposition de ces données aux patients brûlés graves apparaît pertinente au vu des complications associées à l'administration de très larges volumes de cristalloïdes (i.e. syndrome de détresse respiratoire aiguë, syndrome du compartiment abdominal, insuffisance rénale aiguë). Concernant les HEA, l'Agence de Médecine européenne contre-indique leur utilisation chez les brûlés. Cette décision a essentiellement été prise sur la base des résultats des études et méta-analyses réalisées chez des populations de

patients de réanimation non brûlés montrant que l'utilisation de ces solutés était associée à une augmentation de la mortalité et de l'insuffisance rénale aiguë [18, 19] et de similarités physiopathologiques des patients inclus dans ces études (sepsis notamment) et des patients brûlés graves. Les solutés salés hypertoniques pourraient être une alternative aux colloïdes et diminuer ainsi les apports hydriques. Certaines études ont montré des résultats encourageants avec moins d'apports hydriques et moins de syndrome compartimental abdominal [20]. Les données restent cependant insuffisantes pour en recommander l'utilisation en pratique clinique. Dans deux études observationnelles, le Ringer acétate était associé à une moindre incidence de défaillances d'organes évaluée par le score SOFA par rapport à un groupe Ringer lactate [21] ainsi qu'à une amélioration plus rapide de la dysoxie splanchnique évaluée par la tonométrie gastrique. Des études de confirmation concernant ce soluté sont nécessaires, le mécanisme de l'amélioration pronostique éventuelle restant peu clair.

Assistance ventilatoire

Les patients brûlés graves sont à risque important de syndrome de détresse respiratoire aiguë (SDRA). La gestion des bilans hydrosodés et des volumes administrés est primordiale mais parfois rendue difficile par l'instabilité hémodynamique initiale. Les règles de ventilation protectrice à petit volume courant (6 ml/kg en maintenant une pression de plateau <28-30 cmH₂O) prévalent aussi chez les patients brûlés. La brûlure ne contre-indique en rien les positionnements, dont les séances de décubitus ventral. Il faudra cependant être particulièrement vigilant quant à la gestion des prothèses (endotrachéale et cathéters) du fait de la difficulté de leur mise en place chez les brûlés graves. Il faut souligner deux spécificités du SDRA chez le patient brûlé. Des brûlures thoraciques profondes (3^e degré ou carbonisation) peuvent limiter la compliance pariétale thoracique. Des escarrotomies (sur le même principe qu'une brûlure circulaire d'un membre) peuvent améliorer la compliance pariétale. Enfin, des aérosols d'héparine ont été proposés en traitement des lésions d'inhalation de fumée d'incendies. L'inhalation de fumée d'incendie provoque une inflammation endothéliale majeure avec coagulation endoluminale, dépôt de fibrine et moules endobronchiques. Des études précliniques et cliniques suggèrent un bénéfice de l'aérosolisation bronchique d'anticoagulants (héparines, activateur tissulaire du plasminogène etc.), notamment en diminuant les lésions pulmonaires, l'œdème pulmonaire, voire la mortalité, sans effet indésirable notable détecté [22]. Des études de plus gros effectifs et multicentriques sont cependant attendues pour confirmer ces résultats encourageants.

Prévention du syndrome compartimental abdominal

Le syndrome compartimental abdominal (SCA) est défini par une pression intra-abdominale ≥ 20 mmHg avec au moins une nouvelle défaillance d'organe [23,24]. Son incidence chez les brûlés avec une surface cutanée ≥ 30 % est de 11 % avec un taux de mortalité élevé allant de 44 à 100 % selon les séries [23]. Les principaux facteurs de risques de développer un SCA sont : un remplissage vasculaire supérieur à 300 ml/kg sur les 24 premières heures, une SCB ≥ 40 %, des brûlures abdominales étendues et les brûlures électriques. Les signes cliniques et biologiques du SCA peuvent se manifester par une insuffisance rénale aiguë oligo-anurique, une altération de la compliance pulmonaire, une instabilité hémodynamique, une acidose avec une hyperlactatémie ou une distension abdominale. Ces signes sont peu sensibles et peu spécifiques pour faire le diagnostic du SCA, et la mesure de la pression intra-abdominale (PIA) reste indispensable. Le monitoring de la pression intravésicale au moins toutes les 4 à 6 heures doit donc être initié chez tous les patients avec une SCB ≥ 30 %. Ceci permet non seulement de guider le remplissage vasculaire initial et d'optimiser la pression de perfusion rénale ou splanchnique (PAM – PIA), mais surtout de faire le diagnostic du SCA et de tenter de le corriger ou d'en limiter la progression. Plusieurs moyens thérapeutiques ont été proposés pour améliorer la compliance abdominale et baisser la PIA avec néanmoins de faibles niveaux de preuves : le positionnement du patient (tête du lit $< 30^\circ$), l'approfondissement de la sédation et de l'analgésie, la curarisation, l'aspiration digestive, le recours aux diurétiques, l'ultrafiltration, la décompression abdominale percutanée et les escarrotomies thoraco-abdominales. Les dernières recommandations de 2013 de la World Society of the Abdominal Compartment Syndrom préconisent le recours à la décompression chirurgicale de l'abdomen en cas d'échec de toutes les mesures moins invasives précitées. Dans ce cas, le taux de mortalité reste dramatiquement élevé allant de 88 % à 100 % selon les séries. La présence de brûlures abdominales et du risque infectieux ainsi majoré rendent ce traitement particulièrement peu adapté aux populations de patients brûlés. La prévention de ce syndrome du compartiment abdominal reste ainsi essentielle en évitant les apports excessifs de solutés cristalloïdes pendant les 48 premières heures de la prise en charge.

Prise en charge nutritionnelle et métabolique précoce

Les brûlures graves s'accompagnent d'un stress oxydatif et d'un état inflammatoire systémique associés à un état hypermétabolique et catabolique. Cet état s'associe à un état d'immunosuppression avérée touchant l'immunité innée et acquise. Les semaines suivant l'agression thermique vont donc être associées à une dénutrition et à des risques infectieux

majeurs exposant le brûlé au risque de décès lié aux infections, souvent sévères, mais aussi fonctionnelles avec des retards de cicatrisation et des difficultés de prise de greffes cutanées. Ce haut risque infectieux est également lié à la rupture de la barrière cutanée et des dispositifs invasifs en place (cathéters, sonde d'intubation, sonde urinaire, etc.) exposant le patient à la colonisation puis à l'infection par des pathogènes bactériens, viraux et fongiques. Si ce syndrome inflammatoire et hypercatabolique est intense et prolongé (plusieurs mois), la prise en charge initiale des premiers jours a un impact probablement important sur la suite de l'hospitalisation et les complications associées. Dans ce cadre, la nutrition entérale précoce est ainsi à considérer dans la thérapie initiale du brûlé grave, son application ayant été associée à une diminution du risque d'ulcère, une amélioration de la balance énergétique, du statut immunologique et une diminution du catabolisme. Le calcul des apports caloriques à administrer est idéalement réalisé à partir de la calorimétrie indirecte, ou la formule de Toronto si la calorimétrie n'est pas disponible. Ces méthodes ne s'appliquent cependant pas dans les 24 premières heures et un apport de 25 à 30 kcal/kg par jour paraît acceptable, bien qu'insuffisant pour la suite de l'hospitalisation. Il est à noter que les brûlés sont à risque important d'iléus et de troubles du transit du fait de l'œdème viscéral important, de l'état de choc et des altérations hémodynamiques ainsi que des sédations mises en œuvre pendant la phase initiale de réanimation, pouvant compromettre l'administration d'apports caloriques optimaux pendant les 48 premières heures. Pour ces raisons, l'administration de préparations polymériques hypercaloriques et riches en fibres paraît préférable [25].

Du fait de l'état hypercatabolique et de pertes massives par les brûlures, les brûlés graves sont à risque important de déficit en micronutriments (éléments traces, et vitamines). Une supplémentation en zinc, cuivre, sélénium, vitamine B1, C, et E par voie intraveineuse est ainsi systématique dès la prise en charge initiale et pendant plusieurs semaines, dans l'objectif d'améliorer la cicatrisation et de diminuer la morbidité notamment infectieuse. Il en est de même pour le contrôle de la glycémie, en évitant les apports glucidiques excessifs (<7 g/kg/j) et par l'administration d'insuline si nécessaire. L'intérêt du contrôle strict de la glycémie chez les brûlés rejoint le débat existant chez le patient de réanimation non brûlé, et notamment la sur-morbidité voire la mortalité associée aux épisodes d'hypoglycémie. Ainsi un objectif de glycémie de 6 à 8 mmol/L paraît acceptable.

Spécificités chirurgicales de la brûlure à considérer dans les 24 premières heures

Une brûlure circulaire représente un risque, car la peau est alors devenue inextensible et les structures anatomiques sous-jacentes (nerfs, muscles, veines, artères, mais aussi trachée,

poumons et viscère abdominaux) peuvent être comprimées. Ce risque augmente dans le temps du fait de l'œdème provoqué par la réaction inflammatoire et la réanimation liquidienne. Ceci est potentiellement responsable d'une ischémie, d'un approfondissement des brûlures, de rhabdomyolyse, avec un risque d'amputation secondaire, d'une diminution de la compliance thoracopulmonaire ou d'un syndrome du compartiment abdominal. Des incisions chirurgicales doivent ainsi être réalisées en urgence, au risque de voir apparaître des lésions irréversibles (classiquement dans un délai de 6 heures). Sous le terme générique d'incisions de décharge, il faut distinguer les escarrotomies (incision de l'escarre cutanée créée par la brûlure de 3^e degré), qui peuvent être réalisées en milieu hospitalier par tout médecin entraîné, des fasciotomies ou aponévrotomies (incision des loges musculaires) qui relèvent d'une indication chirurgicale spécialisée. Des paresthésies, une douleur croissante, une hypothermie locale, une abolition des pouls confirmée par l'absence de signal à l'oxymétrie pulsée, voire la prise des pressions locales dans les loges musculaires conduisent à poser l'indication d'escarrotomies, voire d'aponévrotomies de décharges en cas d'hyperpression des loges musculaires persistances, au risque de lésions vasculonerveuses si les délais de traitement sont prolongés.

Références

1. Latenser BA. Critical care of the burn patient: The first 48 hours Crit Care Med 2009; 37: 2819-26
2. McCall JE, Cahill TJ. Respiratory care of the burn patient. J Burn Care Rehabil 2005; 26: 200-6.
3. Eastman AL, Arnoldo BA, Hunt JL, et al. Pre burn center management of the burned airway: do we know enough? J Burn Care Res 2010; 31: 701-5.
4. Barrow RE, Jeschke MG, Herndon DN. Early fluid resuscitation improves outcomes in severely burned children. Resuscitation 2000; 45: 91-6.
5. Baxter CR. Fluid volume and electrolyte changes in the early post-burn period. Clin Plast Surg 1974; 1: 693-703.
6. Navar PD, Saffle JR, Warden GD. Effect of inhalation injury on fluid resuscitation requirements after thermal injury. Am J Surg 1985; 150: 716-20.
7. Boldt J, Papsdorf M. Fluid management in burn patients: results from a European survey - more questions than answers. Burns 2008; 34: 328-38.

8. Snell JA, Loh NH, Mahambrey T, et al. Clinical review: The critical care management of the burn patient. *Crit Care* 2013; 17: 241.
9. Barton RG, Saffle JR, Morris SE, et al. Resuscitation of thermally injured patients with oxygen transport criteria as goals of therapy. *J Burn Care Rehabil* 1997; 98: 1-9.
10. Berger MM, Que YA. A protocol guided by transpulmonary thermodilution and lactate levels for resuscitation of patients with severe burns. *Crit Care* 2013; 17: 195.
11. Engrav LH, Colescott PL, Kemalyan N, et al. A biopsy of the use of the Baxter formula to resuscitate burns or do we do it like Charlie did it? *J Burn Care Rehabil* 2000; 21: 91-5.
12. Holm C, Mayr M, Tegeler J, et al. A clinical randomized study on the effects of invasive monitoring on burn shock resuscitation. *Burns* 2004; 30: 798-807.
13. Tokarik M, Sjöberg F, Balik M et al. Fluid therapy LiDCO controlled trial-optimization of volume resuscitation of extensively burned patients through noninvasive continuous real-time hemodynamic monitoring LiDCO. *J Burn Care Res* 2013; 34: 537-42.
14. Aboelatta Y, Abdelsalam A. Volume Overload of Fluid Resuscitation in Acutely Burned Patients Using Transpulmonary Thermodilution Technique. *J Burn Care Res* 2013; 34: 349-54.
15. Cochran A, Morris SE, Edelman LS, et al. Burn patient characteristics and outcome following resuscitation with albumin. *Burns* 2007; 33: 25-30.
16. Arlati S, Storti E, Pradella V, Bucci L, Vitolo A, Pulici M. Decreased fluid volume to reduce organ damage: a new approach to burn shock resuscitation? A preliminary study. *Resuscitation*. 2007;72:371-8
17. Park SH, Hemmila MR, Wahl WL. Early albumin use improves mortality in difficult to resuscitate burn patients. *J Trauma Acute Care Surg* 2012; 73: 1294-7.
18. Mayor S. EMA confirms that hydroxyethyl starch solutions should not be used in critically ill, sepsis, or burns patients. *BMJ*. 2013; 14: 347.
19. Zarychanski R, Abou-Setta AM, Turgeon AF, et al. Association of hydroxyethyl starch administration with mortality and acute kidney injury in critically ill patients requiring volume resuscitation: a systematic review and meta-analysis. *JAMA* 2013; 309: 678-88.
20. Belba MK, Petrela EY, Belba GP. Comparison of hypertonic vs isotonic fluids during resuscitation of severely burned patients. *Am J Emerg Med* 2009; 27:1091-6.
21. Oda J, Ueyama M, Yamashita K et al. Hypertonic lactated saline resuscitation reduces the risk of abdominal compartment syndrome in severely burned patients. *J Trauma* 2006; 60: 64-71.

22. Miller AC, Elamin EM, Suffredini AF. Inhaled anticoagulation regimens for the treatment of smoke inhalation-associated acute lung injury: a systematic review. *Crit Care Med.* 2014;42:413-9
23. Aoki K, Yoshino A, Yoh K, et al. A comparison of Ringer's lactate and acetate solutions and resuscitative effects on splanchnic dysoxia in patients with extensive burns. *Burns* 2010; 36: 1080-5.
24. Strang SG, Van Lieshout EM, Breederveld RS et al. A systematic review on intra-abdominal pressure in severely burned patients. *Burns* 2014; 40: 9-16.
25. Rousseau AF, Losser MR, Ichai C, Berger MM. ESPEN endorsed recommendations: nutritional therapy in major burns. *Clin Nutr.* 2013;32:497-502.