

## Conduite à tenir en préhospitalier et aux urgences chez un enfant brûlé

M. BERTIN-MAGHIT

### 1. Introduction

Malgré les campagnes de prévention primaire ou secondaire, telles celles menées dans la région Rhône-Alpes sur les thèmes « un enfant, des liquides brûlants, danger permanent » ou « brûlures vite sous l'eau », l'incidence des brûlures chez l'enfant reste stable dans les centres spécialisés français (1). La stratégie de prise en charge initiale repose sur la compréhension des phénomènes physiopathologiques qui caractérisent la phase aiguë de la brûlure grave : choc initial des brûlés, syndrome inflammatoire de réponse systémique (SIRS), stress oxydatif. La majorité des enfants brûlés sont traités avec succès au cours des quarante-huit premières heures par des soins de réanimation adaptés. Si les grands axes de cette réanimation sont bien identifiés – remplissage vasculaire, analgésie, contrôle de la fonction respiratoire – le choix précis de tel ou tel protocole, notamment pour ce qui concerne la réanimation hydro-électrolytique, reste le domaine d'une médecine factuelle reposant beaucoup sur les habitudes et les préférences subjectives de telle ou telle équipe médicale. Or il s'agit d'une phase d'évolution critique, qui engage le pronostic vital à court et moyen terme des patients. Il est d'ailleurs reconnu qu'une prise en charge tardive ou inadaptée augmente significativement la mortalité et la morbidité secondaires des patients, tout particulièrement chez les enfants (2).

Correspondance : Centre des brûlés. Hôpital Édouard Herriot, Place d'Arsonval 69437 Lyon cedex 3, France. E-mail : marc.bertin-maghit@chu-lyon.fr

**Tableau 1 – Centres aigus accueillant les enfants en France métropolitaine**

Bordeaux	05 56 79 54 62	Nancy	03 83 15 47 27
Lille	03 20 44 42 78	Nantes	02 40 08 73 12
Lyon Édouard Herriot	04 72 11 75 98	Paris (Clamart) Percy	01 41 46 63 85
Lyon St-Joseph/St-Luc	04 78 61 81 81	Paris Trousseau	01 44 73 63 53
Marseille	04 91 96 86 65	Toulon	04 94 09 99 62
Metz	03 87 55 31 35	Toulouse	05 34 55 84 72
Montpellier	04 67 33 82 28	Tours	02 47 47 37 59

## 2. Épidémiologie

Tous âges et gravité confondus, les brûlures concernent plus d'un million de victimes aux USA et deux cent mille en France chaque année. Dans notre pays, parmi dix mille hospitalisations seuls trois mille cinq cent patients sont hospitalisés chaque année dans les vingt et un centres de traitement aigus spécialisés (3). Les enfants brûlés sont pris en charge par un centre accueillant exclusivement des enfants à l'hôpital Trousseau de Paris, ou dans des services de réanimation pédiatrique polyvalents disposant d'un secteur spécialisé dédié aux brûlés, ou dans des centres de brûlés accueillant adultes et enfants (Tableau 1).

La dernière enquête épidémiologique consacrée exclusivement aux enfants brûlés date de plus de dix ans (4). La Société d'Étude et de Traitement des Brûlures (SFETB) a diligencé une enquête récente sur le recrutement d'ensemble des centres métropolitains.

Il ressort des données concernant les enfants qu'ils représentent 20 à 25 % des hospitalisations pour brûlure en centre spécialisé. La grande majorité des brûlures de l'enfant est due à un contact par projection ou immersion avec des liquides chauds (eau chaude domestique ou chauffée pour la cuisine, huile, préparations alimentaires). L'incidence de ces étiologies qui est de 70 % chez l'ensemble des enfants, dépasse 90 % pour la tranche d'âge de douze à trente-six mois. Les brûlures par contact de la paume des mains avec un appareil ménager, une porte de four, ou un équipement de chauffage sont classiques (1). Les brûlures par courant électrique ont diminué grâce aux dispositifs sécurisés. Les brûlures par flamme sont minoritaires dans la petite enfance, contrairement aux données observées dans les pays en voie de développement. Elles voient leur fréquence augmenter avec l'âge, avec une incidence proche de 50 % chez les adolescents qui coïncide avec celle observée chez l'adulte.

Les accidents domestiques sont donc fortement majoritaires. Ils surviennent dans les deux pièces à risque du logement familial : cuisine et salle de bain. Les

conditions d'habitat ajoutent un paramètre sociologique à ces données, puisque les études menées dans la région parisienne ont mis en évidence des inégalités entre les arrondissements ou les communes, avec une fréquence augmentée dans les secteurs à forte précarité sociale (1).

Enfin, quelque soit la gravité de la brûlure, l'éventualité d'une maltraitance doit être envisagée dès lors que deux des critères dits de Stone sont présents. Ces critères sont au nombre de six :

- localisation périnéale, ou lésions isolées symétriques,
- lésions associées inexplicables,
- délai de consultation inhabituel,
- enfant amené aux urgences par un tiers, autre que les parents,
- scénario incohérent,
- comportement anormal de l'enfant ou des parents.

Dès lors qu'une maltraitance est suspectée, l'hospitalisation s'impose. L'évaluation multidisciplinaire par l'équipe soignante peut conduire à un signalement social ou judiciaire selon la gravité suspectée.

### 3. Rappel physiopathologique

#### 3.1. La réponse inflammatoire

Dès le traumatisme initial, la libération de médiateurs de l'inflammation est immédiate. Parmi ces médiateurs sont impliqués l'histamine, les prostaglandines, la bradykinine, la sérotonine, le complément, l'acide arachidonique, le monoxyde d'azote entre autres. Si la brûlure est de superficie limitée, inférieure à 10 % de la surface corporelle totale, l'expression clinique de la réaction inflammatoire reste locale ou locorégionale, ne concernant que la brûlure même et les tissus contigus.

Dès lors que la brûlure intéresse une superficie cutanée plus importante, la réaction inflammatoire se généralise. Des médiateurs systémiques sont libérés, par activation macrophagique postagressive. Des cytokines pro-inflammatoires sont synthétisées et circulent à haute concentration sérique. Des taux élevés d'interleukine 1 et d'interleukine 8 ont été rapportés par différentes équipes au cours des cinq premiers jours d'évolution. C'est plus particulièrement l'interleukine 6 qui présente un pic sérique caractéristique au cours des quarante-huit premières heures (5).

La brûlure grave s'accompagne d'un stress oxydatif intense (6). La promotion majeure d'espèces réactives de l'oxygène (anion superoxyde, radical perhydroxyle, radical hydroxyle) déborde les capacités des systèmes enzymatiques de régulation antioxydante (glutathion peroxydase et superoxyde dismutase). Ces défenses enzymatiques utilisent comme co-facteurs vitamines et éléments traces.

La baisse de ces cofacteurs à la phase aiguë de la brûlure témoigne de l'intensité du stress oxydatif. Les radicaux libres en excès induisent une peroxydation lipidique. L'atteinte des structures membranaires se traduit par une élévation des produits terminaux du métabolisme des lipides. Dans ce cadre, l'augmentation de l'excrétion urinaire de malondialdéhyde et des taux sériques des substances réagissant à l'acide thiobarbiturique a été décrite (7).

L'intensité particulière de ces phénomènes inflammatoires immédiats, alors qu'à ce stade le patient est indemne de toute complication infectieuse documentée, fait que la brûlure grave a été d'emblée citée parmi les étiologies non septiques du SIRS, lors de la description initiale de ce concept par Bone (8). Le SIRS est caractérisé par une défaillance immunitaire, un hypermétabolisme et un catabolisme protéique majeur. Le patient est fragilisé vis-à-vis des complications septiques secondaires, et le risque ultime est l'évolution vers un syndrome de défaillance multiviscérale (9).

### 3.2. Hyperperméabilité capillaire et réaction œdémateuse

À l'échelon de la microcirculation, l'action des médiateurs de la réaction inflammatoire se traduit par des perturbations de l'équilibre de Starling, qui régit les échanges hydro-électrolytiques entre le secteur vasculaire et l'interstitium (10)

L'équation de Starling s'écrit :

$$Q_f = K [(P_{cap} - P_{int}) - \sigma (\pi_{cap} - \pi_{int})]$$

Avec  $Q_f$  : débit de filtration,  
 $K$  : conductance hydraulique membranaire  
 $P_{cap}$  : pression hydrostatique capillaire  
 $P_{int}$  : pression hydrostatique interstitielle  
 $\sigma$  : coefficient de réflexion osmotique des protéines  
 $\pi_{cap}$  : pression oncotique plasmatique intracapillaire  
 $\pi_{int}$  : pression oncotique interstitielle

À l'état d'équilibre, les valeurs physiologiques des différentes pressions sont :

$P_{cap}$  : 17 mm Hg  
 $P_{int}$  : - 6 mm Hg  
 $\pi_{cap}$  : 28 mm Hg  
 $\pi_{int}$  : 5 mm Hg

La valeur absolue des deux flux de directions opposées est de 15 mm Hg et il y a donc équilibre.

Les principales altérations constatées au niveau des tissus brûlés sont :

- une hyperperméabilité capillaire avec baisse du coefficient  $\sigma$ ,
- une diminution de la pression interstitielle  $P_{int}$  et de la pression oncotique  $\pi_{cap}$ ,

- une augmentation de la pression oncotique  $\pi$  int, aggravée par la dénaturation du collagène due à l'agression thermique,
- il s'ensuit un passage massif d'eau et de plasma depuis le secteur capillaire vers un troisième secteur extra-vasculaire, ce qui se traduit cliniquement par la constitution d'œdèmes.

Chez les brûlés les plus graves, atteints au delà de 25 à 30 % de surface corporelle, la baisse de  $\pi$  cap liée à la fuite protéique est majeure, et l'hyperperméabilité capillaire due aux médiateurs inflammatoires est généralisée. Il s'ensuit la constitution d'œdèmes ubiquitaires, qui concernent non seulement les brûlures, mais l'ensemble des tissus et organes indemnes. Cette accumulation de liquide dans le secteur interstitiel déborde les capacités du drainage lymphatique, bien que celui-ci augmente de 5 à 20 fois en zone brûlée, et de 2 à 3 fois au niveau des tissus non brûlés (10).

#### 4. Modifications hémodynamiques

L'équilibre hémodynamique est profondément altéré au cours des soixante-douze premières heures d'évolution d'une brûlure grave. L'ancien concept de choc hypovolémique isolé a évolué au fur et à mesure de la meilleure perception des mécanismes du SIRS. Le cathétérisme cardiaque droit a permis de mettre en évidence qu'au profil hypovolémique initial, qui ne prédomine que durant les premières heures, succède entre la douzième et la vingt-quatrième heure une phase hyperkinétique caractérisée par un index cardiaque élevé et des résistances vasculaires systémiques effondrées. Transport et consommation d'oxygène augmentent au prorata de l'élévation de l'index cardiaque (11). Chez les brûlés les plus graves, une élévation plus importante de la consommation d'oxygène au deuxième jour d'évolution a été corrélée à la survie secondaire des patients. Comme dans tout état de choc, la dette tissulaire en oxygène se reflète dans le développement d'une acidose lactique.

Le rôle d'un hypothétique facteur dépresseur myocardique, partiellement responsable de la baisse initiale de l'index cardiaque, reste discuté (12). La Troponine a été proposée comme marqueur biologique de l'action délétère de ce médiateur (13).

#### 5. Autres altérations physiopathologiques

- La translocation bactérienne à point de départ digestif, définie comme le passage de bactéries viables ou de toxines bactériennes depuis le tube digestif vers la circulation systémique, a été décrite dans différentes situations d'agression. Elle a été documentée dans de nombreux modèles expérimentaux de brûlures (14). Le rôle exact de ce phénomène en clinique humaine vis-à-vis du SIRS constaté à la phase aiguë de la brûlure reste à préciser.

- L'équilibre thermique est compromis par une augmentation des pertes par radiation, conduction, convection et évaporation. La brûlure étendue ne permet plus au revêtement cutané de jouer son rôle dans le maintien de l'homéostasie du noyau thermique.
- L'augmentation de l'espace de diffusion, et la diminution de la concentration plasmatique des protéines de transport modifient la pharmacocinétique et la pharmacodynamie des drogues injectées (15).

Au total, la réanimation initiale d'un brûlé grave concerne un enfant souffrant d'un SIRS majeur, en état de choc initialement hypovolémique puis hyperkinétique, en dette d'oxygène, vulnérable vis-à-vis de l'hypothermie et hyperalgique. À ces désordres, imputables à la seule brûlure grave, s'ajoutent éventuellement les conséquences des intoxications et traumatismes associés, et des pathologies préexistantes.

## 6. Estimation de la gravité

La gravité d'une brûlure est évaluée à partir de cinq paramètres : superficie, profondeur, localisation particulière des lésions, traumatismes ou intoxications associés, antécédents de la victime (3). Chez l'enfant, si les trois premiers items restent fondamentaux, le quatrième est moins souvent en cause que chez l'adulte, et le cinquième ne participe qu'exceptionnellement au tableau clinique.

### 6.1. La superficie de la brûlure

C'est le principal critère de gravité à prendre en considération au stade de l'urgence. La règle des neuf de Wallace n'est pas valide chez l'enfant, en raison de la proportion plus importante représentée par l'extrémité céphalique, et de celle moindre correspondant aux membres inférieurs (16). Les tables de Lund et Browder, plus précises, intègrent les variations des proportions anatomiques aux différents âges de l'enfance (1) (tableau 2). Devant une lésion limitée ou en mosaïque, on se réfère à la taille de la paume de la main de l'enfant qui correspond à 0,5 % voire 1 % de la surface corporelle. L'évaluation ainsi obtenue guide la réalisation hydro-électrolytique initiale.

### 6.2. La profondeur de la brûlure

L'estimation initiale de la profondeur des lésions ne peut être que clinique. Les différents dispositifs d'aide technique au diagnostic, thermographie, spectrométrie, doppler-laser, n'ont qu'un intérêt théorique et ne sont pas validés en pratique courante. Le premier degré n'intéresse que l'épiderme superficiel, se présente comme un érythème douloureux guérissant spontanément en 48 heures, et ne doit pas être pris en compte vis-à-vis de la réanimation initiale (1). Le 2<sup>e</sup> degré superficiel concerne l'épiderme, et partiellement la jonction dermo-épidermique. Ce degré est caractérisé par la présence de phlyctènes, et une douleur

**Tableau 2** – Pourcentages de surface corporelle des différents segments anatomiques en fonction de l'âge (tables de Lund et Browder).

	Naissance	1 an	5 ans	10 ans	15 ans	Adulte
Tête	19	17	13	11	9	7
Cou	2	2	2	2	2	2
Tronc (antérieur)	13	13	13	13	13	13
Tronc (postérieur)	13	13	13	13	13	13
Bras	8	8	8	8	8	8
Avant-bras	6	6	6	6	6	6
Mains	5	5	5	5	5	5
Fesses	5	5	5	5	5	5
Organes génitaux	1	1	1	1	1	1
Cuisses	11	13	16	17	18	19
Jambes	10	10	11	12	13	14
Pieds	7	7	7	7	7	7

intense. La cicatrisation spontanée s'obtient en une dizaine de jours. Le deuxième degré est profond lorsque la fonction dermo-épidermique est détruite, sauf par îlots autour des annexes à partir desquels une cicatrisation laborieuse et aléatoire est possible, mais en plus de trois semaines. Les phlyctènes sont rares et inconstantes, la douleur moindre. En l'absence de greffe chirurgicale, le risque d'apparition de brides ou de cicatrices chéloïdes est majeur. Au stade de l'urgence, la distinction clinique entre 2<sup>e</sup> degré superficiel ou profond est très aléatoire, même pour un médecin expérimenté. Le diagnostic est porté en cours d'évolution après sept à huit jours (17). Une brûlure du troisième degré détruit la totalité des cellules basales. La lésion, blanche ou d'aspect cartonné, est insensible. La cicatrisation spontanée est impossible. Il n'y a pas d'alternative au traitement chirurgical.

### 6.3. Les localisations particulières

Certaines localisations sont associées à un risque évolutif particulier (18). L'œdème associé aux brûlures cervico-faciales peut dans ses formes majeures compromettre la liberté des voies aériennes supérieures. Avant l'âge de cinq ans, la grande majorité des enfants se brûlant avec des liquides chauds, il n'y a pas de risque d'atteinte respiratoire associée par inhalation de fumée, brûlure des voies aériennes ou blast. Les brûlures de la face, des mains et pieds, du périnée,

font craindre des séquelles esthétiques et fonctionnelles invalidantes, et doivent être prises en charge par des équipes chirurgicales spécialisées. Enfin, la constitution progressive de l'œdème sous une lésion circulaire profonde d'un membre peut compromettre la circulation d'aval avec un risque d'ischémie distale dans les cas les plus graves.

#### 6.4. Les traumatismes associés

Du fait des circonstances étiologiques majoritaires, les traumatismes associés, orthopédiques ou viscéraux, sont rares chez l'enfant. Il faut savoir les dépister en cas de contexte évocateur : explosion, incendie, maltraitance avérée. Il en est de même des intoxications par le monoxyde de carbone ou les cyanures, qui doivent être évoquées devant des troubles de conscience inexpiés.

#### 6.5. Les antécédents du patient

Ils sont rarement associés au tableau clinique dans le contexte de la pédiatrie. Néanmoins, les enfants infirmes moteurs cérébraux, ou à développement neurologique pathologique souffrent d'une vulnérabilité particulière vis-à-vis des accidents domestiques. Le contexte médical, mais également socio-familial peut être source de difficultés accrues au cours, puis en aval de l'hospitalisation en centre aigu.

## 7. Prise en charge thérapeutique de l'enfant brûlé

### 7.1. Régulation de l'appel pour enfant brûlé

L'appréciation de la gravité d'une brûlure chez l'enfant par téléphone est délicate. Les témoins, le plus souvent de la proche famille, sont constamment très inquiets. Le recueil de l'information précise les circonstances de l'accident, et cherche à évaluer la superficie et la localisation des lésions. Les indications d'envoi du SMUR sont larges, systématiques en cas de brûlures étendues, cervico-faciales, ou dans un contexte faisant redouter une inhalation de fumée, des traumatismes associés, une intoxication oxycarbonée ou cyanhydrique. Les conseils à témoins recommandent d'interrompre l'exposition à l'agent brûlant, laisser en place des vêtements brûlés éteints, ôter des vêtements imbibés de liquides brûlants ou caustiques pour prévenir l'approfondissement des lésions par effet cataplasme.

Le refroidissement des brûlures thermiques, par de l'eau à environ 15 °C a des effets positifs potentiels : prévention de l'approfondissement jusqu'à quarante-cinq minutes après l'accident, modulation de l'histamino-libération, des œdèmes et de la douleur (19). Le risque iatrogène d'hypothermie, voire de vasoconstriction et d'ischémie par refroidissement excessif est néanmoins élevé chez l'enfant. En pratique, il est recommandé de refroidir les lésions des enfants brûlés sur moins de 20 % de la surface corporelle, mais de contre-indiquer le refroidisse-



ment au delà de 40 % de surface corporelle brûlée, l'hypothermie secondaire devant alors au contraire être prévenue par une couverture isotherme dès la prise en charge (20).

## 7.2. L'intervention du SMUR

### 7.2.1. L'abord vasculaire

Tout enfant brûlé sur plus de 10 % de surface corporelle doit être perfusé (18).

À l'étape préhospitalière, la voie veineuse périphérique doit être privilégiée. Elle est placée en zone saine de préférence, mais l'abord en zone brûlée en 2<sup>e</sup> degré est possible.

En cas d'échec, la pose d'une voie centrale est indiquée. L'abord fémoral est alors le plus aisé et le plus sécurisant chez l'enfant. La fixation doit être soignée.

L'abord intra-osseux, largement évoqué dans la littérature, doit rester un recours d'exception, par abord tibial proximal avant l'âge de 6 ans, et abord tibial distal au delà de l'âge de 6 ans en cas d'échec des autres abords vasculaires et devant une indication vitale de perfusion immédiate.

### 7.2.2. Réanimation hydro-électrolytique

C'est une urgence thérapeutique. Les apports hydro-électrolytiques visent à compenser la fuite liquidienne intravasculaire. Si celle-ci est au premier plan de la scène clinique des quarante-huit premières heures, elle est maximale au cours de la première heure (21). Il y a consensus à admettre l'indication de perfuser un brûlé dès 10 % de surface corporelle atteinte chez l'enfant.

En clinique humaine, les conséquences graves d'une réanimation hydro-électrolytique différée sont documentées. Le travail de Barrow a comparé rétrospectivement deux groupes d'enfants souffrant de brûlures sur plus de 50 % de la surface corporelle (2). Un groupe avait bénéficié de perfusions adaptées précoces, alors que le deuxième groupe n'avait été traité qu'après un délai initial de deux heures. L'évolution secondaire montrait une incidence significativement plus élevée du sepsis, de l'insuffisance rénale, et une mortalité accrue dans le groupe des enfants réanimés tardivement.

De très nombreuses formules de calcul du volume de remplissage vasculaire au cours des vingt-quatre premières heures sont proposées dans la littérature médicale. Si il y a consensus vis-à-vis de la nécessité de perfuser d'importants volumes au cours des deux premiers jours après une brûlure grave, aucun des protocoles n'a fait l'objet d'études comparatives objectives, et les choix des différentes équipes spécialisées repose dans ce domaine sur de la médecine factuelle, guidée par l'expérience personnelle, voire des idées reçues (22).

Si ces formules diffèrent dans leurs compositions quantitatives et qualitatives, elles restent consensuelles sur deux points :

- la moitié de l'apport prescrit doit être perfusé dans les huit premières heures,
- au cours de ces huit premières heures, des cristalloïdes seuls peuvent être apportés.

La surface corporelle rapportée au poids est plus importante chez l'enfant que chez l'adulte. Les formules d'aide au remplissage vasculaire en pédiatrie font donc référence à ce paramètre.

La surface cutanée peut être évaluée par la formule :

$$S = \frac{4 P + 7}{90 + P}$$

avec

P : poids en kg

S : surface en m<sup>2</sup>

La règle la plus utilisée est celle proposée par Carvajal (23). Elle recommande pour les vingt-quatre premières heures l'addition de :

- 2 000 ml par m<sup>2</sup> de surface corporelle totale,
- 5 000 ml par m<sup>2</sup> de surface corporelle brûlée.

La moitié du volume total doit être apporté dans les 8 premières heures, l'autre moitié sur les 16 heures suivantes.

La formule d'Evans modifiée, extrapolation d'une de celle les plus utilisées chez l'adulte (18) fait elle référence au poids de l'enfant en préconisant un apport de :

- 2 ml/% de surface corporelle brûlée/kg de poids,
- additionné des besoins de base pour les 24 premières heures.

La composition qualitative des solutés perfusés reste un sujet de discussion.

Les cristalloïdes isotoniques sont les solutés de référence dans cette indication. Il y a consensus à les utiliser exclusivement au cours des 8 premières heures. Le Ringer Lactate est le plus employé en pratique clinique.

Les solutés hypertoniques, contenant 240 à 300 mmol.L<sup>-1</sup> de sodium ont été proposés pour diminuer la constitution des œdèmes et optimiser l'hémodynamique des enfants brûlés (24). Leur utilisation est abandonnée en pédiatrie en raison d'une incidence secondaire accrue de l'insuffisance rénale (25).

L'adjonction de colloïdes par introduction d'albumine humaine à 4 % reste un sujet de controverse au delà de la huitième heure de réanimation. En deçà la fuite protéique interstitielle rend son emploi inefficace. Après la huitième heure, l'apport de 1/3 à 1/2 d'albumine à 4 % dans les perfusions des enfants brûlés sur plus de 40 % de la surface corporelle reste licite pour nombre d'auteurs, afin de prévenir ou de corriger une baisse de l'albuminémie en dessous de 25 g.L<sup>-1</sup> (26).

En situation d'urgence, les hydroxyéthylamidons peuvent être utilisés pour corriger un collapsus majeur, dans la limite classique de leur posologie maximale de  $50 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{j}^{-1}$ .

Toutes les formules et les stratégies de remplissage à la phase aiguë de la brûlure ne sont que des aides à la prescription initiale. Quantité perfusée et vitesse d'apport doivent être adaptées en permanence aux critères de surveillance clinique. Les paramètres hémodynamiques classiques adaptés à l'âge de l'enfant, pouls et pression artérielle moyenne, font référence. Dès qu'une sonde urinaire est mise en place, le maintien à tout âge d'une diurèse de  $1 \text{ à } 1,5 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{h}^{-1}$  reste le critère fondamental d'adéquation de la réanimation hydroélectrolytique à l'état de l'enfant brûlé (1).

### 7.2.3. Réanimation respiratoire

La dette en oxygène est constante chez tout brûlé grave (27). Cette dette peut être majorée par une éventuelle lésion respiratoire associée. L'oxygénothérapie par inhalation au masque est donc toujours recommandée.

La majorité des enfants, notamment avant l'âge de 5 ans, se brûlent avec des liquides chauds. Il n'y a donc pas d'atteinte respiratoire broncho-alvéolaire associée.

Dans ce contexte étiologique, seules des brûlures graves de la tête et du cou peuvent conduire à envisager l'intubation trachéale sur le terrain. En effet, c'est l'œdème de constitution progressive qui peut altérer la perméabilité des voies aériennes supérieures. Donc, en l'absence de détresse respiratoire constatée, il n'y a pas d'indication d'intubation trachéale urgente à ce stade.

Lors de brûlures par incendie, ou d'une explosion, le contexte est différent. L'inhalation de fumée peut entraver l'hématose et entraîner une détresse respiratoire précoce. Traumatismes crâniens et intoxication oxycarbonée ou cyanhydrique peuvent être responsables de troubles de conscience imposant le contrôle des voies aériennes supérieures. Dans ces cas, l'intubation trachéale est indiquée. Elle est réalisée selon les recommandations classiques de l'urgence suivant le protocole à séquence rapide (28). La sonde d'intubation de calibre adapté au poids est à ballonnet. Les paramètres ventilatoires sont classiques, en proscrivant les hyperpressions. En cas de suspicion d'intoxication par l'oxyde de carbone, après prélèvement biologique diagnostique, la  $\text{FiO}_2$  réglée est de 1. En cas de suspicion d'intoxication cyanhydrique – incendie en milieu clos avec combustion de dérivés de plastique et troubles de conscience inexplicables – l'administration à visée antidote d'hydroxocobalamine (Cyanokit®) à la dose de  $50 \text{ mg/kg}$  intraveineux lent relayé par  $50 \text{ mg/kg}$  en 4 heures est indiquée (16).

### 7.2.4. Analgésie

Même si localement l'escarre de 3<sup>e</sup> degré est insensible, l'enfant brûlé est toujours hyperalgique. Les analgésiques de niveau 1 et 2 de la classification de l'OMS employés seuls sont insuffisants. Le paracétamol est largement utilisé

comme adjuvant à la dose de  $15 \text{ mg.kg}^{-1}$ . renouvelable toutes les six heures. L'analgésique de référence reste la morphine (28). Elle est administrée par titration, par des bolus itératifs de  $50 \mu\text{g.kg}^{-1}$  renouvelables. L'évaluation fait appel à des échelles de référence type Objective Pain Scale (OPS), CHEOPS ou Échelle Visuelle Analogique (EVA) selon l'âge de l'enfant et la pratique de l'équipe intervenante. La surveillance continue permet de dépister les signes cliniques de surdosages.

La Kétamine à dose NMDA est d'utilité discutable dans le contexte de l'intervention primaire, le contexte de l'urgence entravant son efficacité. À dose anesthésique, de 3 à  $5 \text{ mg.kg}^{-1}$ , elle rentre dans le cadre d'une anesthésie générale préhospitalière, dont l'indication est rare, et qui impose le contrôle des voies aériennes supérieures.

Le mélange gazeux oxygène/protoxyde d'azote est largement utilisé dans la réfection des pansements en centre spécialisé (1). Cette indication peut être élargie à la prise en charge préhospitalière.

### 7.2.5. Équipement complémentaire et confort technique

L'équipement est non spécifique. Il comprend systématiquement le monitoring par électrocardioscope, la surveillance de la pression artérielle par brassard automatique – réalisable même en zone brûlée –, la mise en place d'un capteur de température et d'un saturomètre de pouls.

Il n'y a aucune indication d'application de topique particulier. Après avoir été séché, l'enfant est enveloppé dans un champ stérile, puis une couverture isotherme. Le contexte traumatique peut imposer l'immobilisation dans un matelas à dépression.

### 7.2.6. Circonstances particulières

Les brûlures par électrisation font l'objet d'un chapitre spécifique. Les brûlures chimiques sont exceptionnelles chez l'enfant. Rarement étendues, elles sont souvent profondes. La décontamination la plus précoce possible, sous l'eau courante à température ambiante, pendant un minimum de vingt minutes est un préalable au transport vers l'hôpital. Les lésions par l'acide fluorhydrique exposent à un risque spécifique d'hypocalcémie, prévenu par l'application de compresses imbibées de gluconate de calcium sur les zones brûlées.

## 8. Admission hospitalière et orientation secondaire

Les centres spécialisés accueillant des enfants brûlés sont inégalement répartis sur le territoire métropolitain (tableau 1). L'hospitalisation initiale se fait alors vers un service d'urgence de proximité, préalable au transfert interhospitalier secondaire.

Cette hospitalisation relais permet d'optimiser le bilan lésionnel initial. La communication entre le service d'accueil, le régulateur du SAMU départemental, et le médecin du centre spécialisé référent est permanente. La mise en place actuelle de réseaux spécialisés à l'échelle des interrégions sanitaires est garante de la qualité des soins dispensés durant cette étape.

L'équipement de l'enfant est complété par la mise en place d'une sonde urinaire à demeure dès que la surface brûlée dépasse 10 % de la surface corporelle totale. Au-delà de 20 %, la pose d'une voie veineuse centrale, le plus souvent fémorale est indiquée lors d'un transfert secondaire entre 2 hôpitaux. Le contexte traumatologique peut imposer un bilan lésionnel exhaustif. En cas de suspicion de traumatisme viscéral ou orthopédique associé, les indications de scanner corps entier sont larges. Les éventuelles indications chirurgicales d'urgence, asphyxiques, hémorragiques ou neurologiques restent prioritaires comme dans toute situation aiguë.

Toujours en terme d'urgence chirurgicale, la constatation d'une ischémie en aval de brûlures circulaires des membres peut imposer la réalisation d'incisions de décharge si le délai d'admission en centre spécialisé dépasse six heures. Chez un enfant intubé suite à une importante inhalation de fumée, l'endoscopie permet un diagnostic précis et de réaliser une toilette bronchique (29). Cette dernière ne peut être effectuée par la lumière d'un fibroscope souple, mais doit être réalisée par un ORL spécialiste au bloc opératoire, en utilisant un bronchoscope rigide (30).

Un premier pansement précède le transfert inter-hospitalier. Le topique de référence est la sulfadiazine argentique (Flammazine®) appliquée en couche épaisse et recouverte de compresses maintenues par un bandage (31). Ce pansement est systématiquement refait lors de l'admission en centre spécialisé.

## 9. Conclusion

Les brûlures de l'enfant restent un accident fréquent, engageant le pronostic vital pour les plus graves, grevé d'une morbidité importante en termes de séquelles esthétiques et fonctionnelles.

La qualité de la prise en charge préhospitalière préserve le pronostic vital à court et moyen terme. Cette étape est le premier maillon de la chaîne de soins multidisciplinaire qui prend en charge un enfant brûlé, et qui associe services d'urgence, centres aigus, services de rééducation spécialisée, services de chirurgie réparatrice, acteurs sociaux de la réinsertion familiale et scolaire.

La prévention primaire doit rester une préoccupation prioritaire des professionnels de santé concernés par cette pathologie.

## Références bibliographiques

1. Gall O, Marsol P. Prise en charge initiale de l'enfant brûlé. In : SFAR, ed. Congrès national d'anesthésie et de réanimation. Les essentiels. Paris : Elsevier Masson 2006 ; 495-508.
2. Barrow RE, Jeschke MG, Herndon DN. Early fluid resuscitation improves outcomes in severely burned children. *Resuscitation* 2000 ; 45 : 91-6.
3. Bertin-Maghit M, Mosnier F, Magnin C, Gueugniaud P-Y, Petit P. Réanimation du brûlé à la phase aiguë. In SFAR Ed, Conférences d'actualisation 2001. 43<sup>e</sup> congrès national d'anesthésie et de réanimation. Paris, Elsevier 2001 : 423-41.
4. Mercier C, Blond MH. Enquête épidémiologique française sur la brûlure de l'enfant de 0 à 5 ans. *Arch Pédiatr* 1995 ; 25 : 949-56.
5. Gueugniaud PY, Vilasco B, Pham E, Hirshauer C, Bouchard C, Fabreguette A et al. Brûlés graves : état hémodynamique, transport et consommation d'oxygène, cytokines plasmatiques. *Ann Fr Anesth Réanim* 1996 ; 15 : 27-35.
6. Berger M, Cavadini C, Chiolero R, Guinchard S, Krupp S, Dirren H. Influence of large intakes of trace elements on recovery after major burns. *Nutrition* 1994 ; 10 : 327-34.
7. Berger M, Chiolero R. Relations between copper, zinc and selenium intakes and malondialdehyde excretion after major burn. *Burns* 1995 ; 21 : 507-12.
8. Bone RC, Balk RA, Cerra FB, Dellinger RP, Fein AM, Knaus WA et al. Definitions for sepsis and organ failure and guidelines for the use of innovative therapies in sepsis. *Chest* 1992 ; 101 : 1644-55.
9. Huang YS, Li Ao, Yang ZC. A prospective clinical study on the pathogenesis of multiple organ failure in severely burned patients. *Burns* 1992 ; 18 : 30-4.
10. Lund T. The 1999 Everett Idris Evans memorial lecture. Edema generation following thermal injury: an update. *J Burn Care Rehabil* 1999 ; 20 : 445-52.
11. Gueugniaud PY, Carsin H, Bertin-Maghit M, Petit P. Current advances in the initial management of major thermal burns. *Intensive Care Med* 2000 ; 26 : 848-56.
12. Carleton SC. Cardiac problems associated with burns. *Cardio Clin* 1995 ; 13 : 257-62.
13. Murphy ST, Horton JW, Purdure GF, Hunt JL. Evaluation of troponin - I as an indicator of cardiac dysfunction after thermal injury. *J Trauma* 1998 ; 45 : 700-4.
14. Lipman TO. Bacterial translocation and enteral nutrition in humans: an outsider looks in. *JPEN* 1995 ; 19 : 156-65.
15. Martyn JA. Clinical pharmacology and drug therapy in the burned patient. *Anesthesiology* 1986 ; 65 : 67-75.
16. Dufourcq JB. Traitement des brûlures graves de l'enfant. In : SRLF, ed. Actualités en réanimation et urgences 2001. 29<sup>e</sup> Congrès de la société de réanimation de langue française. Paris : Elsevier 2001 ; 374-89.
17. Tompkins RG, Remensnyder JP, Burke JF, Tompkins DM, Hilton JF, Schoenfeld DA et al. Significant reductions in mortality for children with burn injuries through the use of prompt eschar excision. *Ann Surg* 1999 ; 208 : 577-85.
18. Mac Lennan N, Heimbach DM, Cullen BF. Anaesthesia for major thermal injury. *Anesthesiology* 1998 ; 89 : 749-70.
19. Latarjet J. Le refroidissement immédiat par l'eau. Traitement d'urgence de la brûlure. *Pédiatrie* 1990 ; 45 : 237-9.

20. Mersch JM, Carsin H. Réanimation des brûlures thermiques étendues de l'enfant. Arch Fr Pédiatr 1989 ; 46 : 531-40.
21. Warden GD. Fluid resuscitation and early management. In Herndon DN ed. Total burn care. London: Saunders 1996 ; 53-60.
22. Holm C. Resuscitation in shock associated with burns. Tradition or evidence – based medicine? Resuscitation 2000 ; 44 : 157-64.
23. Carvajal HF. Fluid resuscitation of pediatric burn victims: A critical appraisal. Pediatr Nephrol 1994 ; 8 : 357-66.
24. Monafó WW. Initial management of burns. N. Engl J Med 1996 ; 335 : 1581-6.
25. Huang PP, Stucky FS, Dimick AR, Treat RC, Bessey PQ, Rue LW et al. Hypertonic sodium resuscitation in associated with renal failure and death. Ann Surg 1995 ; 221 : 543-54.
26. Greenhalgh DG, Housinger TA, Kagan RJ, Rieman M, James L, Novak S et al. Maintenance of serum albumin levels in pediatric burn patients: a prospective, randomized trial. J. Trauma 1995 ; 39 : 67-73.
27. Holm C, Melcer B, Worl H, Henchel von Donnersmarck G, Mühlbauer W. Haemodynamic and oxygen transport responses in survivors and non survivors following thermal injury. Burns 2000 ; 26 : 26-33.
28. Sfar. Conférence d'experts. Modalités de la sédation et/ou de l'analgésie en situation extrahospitalière. Ann Fr Anesth Réanim 2000 ; 19 : 56-62.
29. Micak R, Cortiella J, Desai M, Herndon D. Lung compliance, airway resistance, and work of breathing in children after inhalation injury. J Burn Care Rehabil 1997 ; 18 : 531-4.
30. Masanes MJ, Legendre C, Lioret N, Saizy R, Lebeau B. Using bronchoscopy and biopsy to diagnose early inhalation injury. Macroscopic and histologic findings. Chest 1995 ; 107 : 1365-9.
31. Dufourcq JB, Marsol P, Gaba F, Granados M. Brûlures graves de l'enfant. In : SFAR, ed. Conférences d'actualisation. 39<sup>e</sup> congrès national d'anesthésie et de réanimation. Paris : Elsevier 1997 ; 429-44.

