

PRISE EN CHARGE ANESTHESIO-REANIMATOIRE DE L'ENFANT BRULE

Isabelle Constant. Centre de Traitement des Grands Brulés, Hôpital Armand Trousseau, Paris. Isabelle.constant@trs.aphp.fr.

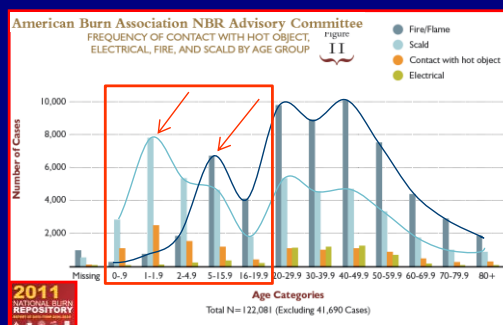
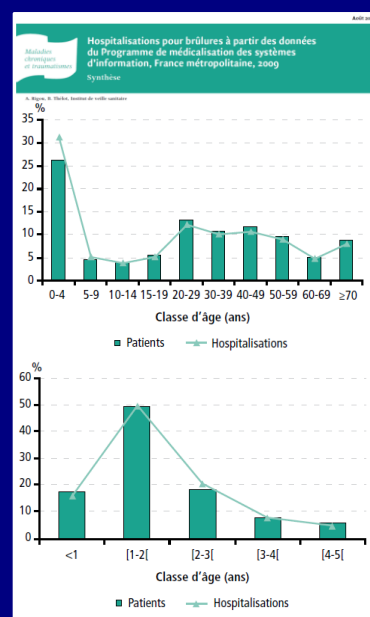
I EPIDEMIOLOGIE

En France en 2009, 9000 patients étaient hospitalisés pour des brûlures. Parmi eux 25% avait moins de 5 ans, ce qui conduit à une incidence de 60 pour 100 000, alors que calculée chez l'adulte, cette incidence est de 14 pour 100 000. Chez les enfants de moins de 5 ans la brûlure est la seconde cause de décès. Par ailleurs il existe un pic de fréquence dans la deuxième année de vie.

Les étiologies de ces brûlures changent avec l'âge, en fonction du développement de l'enfant : avant 5 ans, les brûlures par liquides chauds (eau bouillante, café, thé...) prédominent nettement (environs 65% des cas), il s'agit le plus souvent d'accidents domestiques qui atteignent la partie supérieure du corps ; entre 5 et 15 ans ce sont les brûlures par flammes qui prédominent le plus souvent dans des contextes d'incendies. Trois pourcents des brûlures sont considérées comme sévères, c'est-à-dire concernant au moins 30% de la surface cutanée.

Epidemiology

- In France, 9 000 patients hospitalised for burns,
- 25% <5 years (60/100 000 children vs 14/100 000 adults)
- Peak incidence in the second year
- Etiology changes with age
 - in <5 years, 2/3 are scald burns, 1/5 contact with hot substances
 - In 5-15 years, flame burns predominates
- 3% are severe burns (>30% TBSA)



II SEVERITE DE LA BRULURE

La sévérité de la brûlure conditionne le traitement et le pronostic, il est important de garder à l'esprit l'interaction permanente bidirectionnelle qu'il existe entre l'état local de la brûlure et l'état général de l'enfant.

La sévérité de la brûlure dépend de son étendue, de sa profondeur de sa localisation des lésions associées (notamment pulmonaire) et du terrain (âge et pathologie associées).

➤ **Profondeur**

De la profondeur de la brûlure, dépend l'évolution locale et donc le risque esthétique et fonctionnel. Par ailleurs si la surface est étendue, la profondeur conditionne l'importance de la réponse tissulaire à l'agression, notamment en termes de réaction inflammatoire.

	1 ^{er} degré Atteinte de l'épiderme	2 ^{ème} degré Perte de l'épiderme, atteinte du derme variable		3 ^{ème} degré Derme détruit
profondeur	superficiel	intermédiaire	Intermédiaire profond	Profond
Apparence	Coup de soleil Rosé, petites bulles	Rouge avec de larges bulles décollées	Rouge décollements Et piquetés	Rouge cerise Blanc cireux, cuir, carbonisé
Douleur	Douloureux	Très Douloureux	variable	Non douloureux
Recoloration	bonne	variable	absent	Absent
Cicatrisation	Spontanée 5 à 7 jours	Spontanée 7 à 10 jours	Pas de cicatrisation spontanée	Pas de cicatrisation Spontanée

➤ **Surface**

La surface d'une brûlure est estimée par rapport à la surface corporelle totale (SCT).

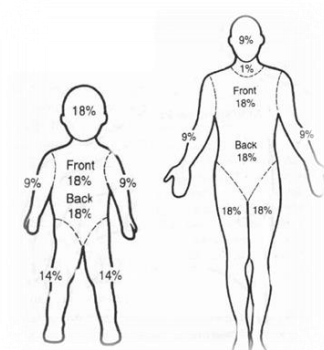
Deux modes de calcul sont couramment utilisés :

L'expression de la surface par rapport à la surface palmaire du sujet, qui représente 1% de la SCT, quelque soit l'âge du sujet. Cette méthode est utile dans le cas des brûlures de faibles surfaces (<10% SCT)

Le calcul basé sur la règle des neuf, qui permet d'estimer rapidement la surface d'une brûlure modérée à sévère chez les sujets de plus de 10 ans (fig 2). Néanmoins chez l'enfant plus jeune, les proportions des différentes régions du corps sont différentes, et il est nécessaire d'utiliser une version modifiée (fig 2). A partir de 1 an, la surface de la tête diminue d'environ 1% tandis que celle des membres inférieurs augmente de 0.5%.

Tableau 2 : Règle des Neuf de Wallace, évaluation de la surface brûlée en pourcentage de la surface corporelle par un multiple de neuf chez l'adulte et sa variante chez l'enfant.

Segment corporel	Surface atteinte	
	Adulte	Enfant
Tête et cou	9 %	17 %
Face antérieure du tronc	18 %	18%
Face postérieure du tronc	18 %	18%
Chaque jambe	18 %	14%
Chaque bras	9 %	9%
Périnée	1 %	1%
Total	100 %	100%



➤ *La localisation*

Certaines localisations sont considérées comme nécessitant une prise en charge spécialisée, compte tenu du risque esthétique ou fonctionnel : il s'agit du visage, des mains, des pieds, du périnée et des plis de flexion.

Enfin les brûlures du scalp doivent être systématiquement recherchées (par rasage si besoin) devant des brûlures du visage.

Les critères de gravité justifiant le transfert de l'enfant dans un centre spécialisé (centre de traitement des grands brûlés) à expertise pédiatrique, sont les suivants :

- Enfant de moins de 1 an
- Enfant présentant une brûlure du 2^{ème} ou 3^{ème} degré sur plus de 10% de la SCT.
- Enfant présentant une brûlure du 3^{ème} degré sur au moins 5% de la SCT
- Enfants présentant une brûlure du visage, des mains, des pieds, du périnée ou une brûlure circonférentielle.
- Présence ou suspicion d'une inhalation de fumées ou de liquide chaud.
- Brûlure électrique ou chimique
- Enfant présentant de moins de 10% associée avec une ou des comorbidités ou des conditions sociales défavorables.

Une étude récente publiée en 2012 dans le Lancet, et incluant 952 enfants sévèrement brûlés (au moins 30% de la SCT), a analysé la relation entre l'étendue de la brûlure et la survie de l'enfant. Les patients étaient stratifiés par la surface cutanée brûlée (paliers de 10% de SC brûlée par rapport à la SCT). La mortalité augmentait significativement avec le pourcentage de SC brûlée. Les auteurs ont

mis en évidence un seuil critique correspondant à une SC brûlée de 62%, seuil au-delà duquel la survie diminuait nettement. La régression logistique multifactorielle, montrait que les enfants brûlés à plus de 60%, avaient 10 fois plus de risque de décès que les autres, la présence d'une inhalation de fumées était également un facteur signification (risque de décès multiplié par 5). Les défaillances multi-viscérales et les complications infectieuses étaient également plus fréquentes lors de brûlures de plus de 60%.

Burn size and survival probability in paediatric patients in modern burn care: a prospective observational cohort study

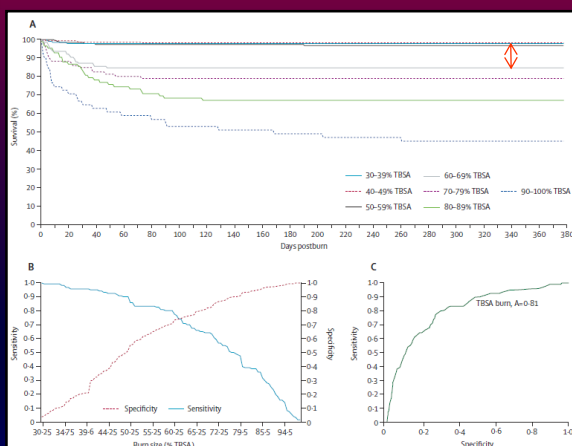
Robert Kraft, David N Herndon, Ahmed M Al-Mousawi, Felicia N Williams, Celeste C Finnerty, Marc G Jeschke

Lancet 2012; 379: 1013-21

This study was designed to identify the burn size associated with significant increase in morbidity and mortality in paediatric patients.

Single-centre prospective observational cohort study using clinical data for children with burns of at least 30% of TBSA. Patients were stratified by burn size in 10% increments, ranging from 30% to 100%

952 severely burn children were admitted between 1998 and 2008



	Point estimate of odds ratio for mortality (95% Wald confidence limits)	p value
Burn area $\geq 60\%$ TBSA	10.07 (5.56-18.22)	<0.0001
Inhalation injury	2.97 (1.81-4.85)	<0.0001
Female sex	2.26 (1.37-3.71)	0.0013
Age at admission (years)	1.022 (0.98-1.07)	0.3489
Burn to admission (days)	0.99 (0.92-1.06)	0.6651

TBSA=total body surface area.

Table 3: Multiple logistic regression

Results of this study show that paediatric patients with a burn size greater than 62% TBSA are at significantly increased risk of clinical complications and death.

III PRISE EN CHARGE GENERALE D'UN ENFANT BRULE

A Oxygénation et ventilation

La première priorité devant un enfant brûlé est de sécuriser les voies aériennes, et de garantir une ventilation efficace. La surveillance des paramètres respiratoire doit être systématique et l'administration d'oxygène adaptée afin de maintenir une oxygénation tissulaire correcte.

Chez l'enfant brûlé, plusieurs circonstances peuvent compromettre la fonction ventilatoire :

➤ **La sévérité des brûlures :**

En cas de brûlures étendues de l'ordre de 60% et ce d'autant qu'elles sont profondes, une sédation/analgésie est nécessaire, et l'intubation trachéale associée à la ventilation assistée est alors recommandée. Dans ce contexte de brûlures sévères dont l'évolution prévisible est longue et caractérisée par des soins et actes chirurgicaux répétés, la réalisation d'une trachéotomie est rapidement organisée (dans les 48h) afin de sécuriser le contrôle des voies aériennes.

➤ **La présence d'une inhalation de fumée :**

Celle-ci sera suspectée devant un contexte d'incendie, avec brûlure de la face et/ou du pharynx associée à des signes clinique de détresse respiratoire avec le plus souvent des traces de suie sur le visage et les narines. Le diagnostic de certitude est apporté par la fibroscopie laryngo-trachéale qui retrouve de la suie dans la trachée et les bronches, avec possiblement un œdème pharyngé et sus glottique. Un lavage sous bronchoscopie est la première étape du traitement. La notion d'incendie en espace clos doit faire évoquer l'intoxication au CO et à l'acide cyanhydrique, dans ce cas l'administration IV d'hydroxocobalamine (70 mg/kg) Cyanokit, est largement indiquée compte tenu de la gravité de l'intoxication aux cyanures.

➤ **Une obstruction susglottique**

Un œdème du carrefour laryngé en cas d'ingestion de liquide bouillant, peut également justifier une intubation trachéale devant une anamnèse évocatrice (eau bouillante) et des signes de détresse respiratoire évoquant une obstruction susglottique.

➤ **Dans tous les cas ...**

Le contrôle des voies aériennes par intubation trachéale et la ventilation assistée sont d'autant plus indiqués que l'enfant est jeune, qu'il existe une suspicion d'inhalation de fumées ou de lésions traumatiques associées. La nécessité d'un

transport long ou difficile est également un facteur en faveur d'une intubation trachéale. Enfin l'existence d'une pathologie respiratoire préexistante (par exemple asthme) est également un facteur de majoration de la détresse respiratoire.

En pratique, en dehors des brûlures étendues (>60%) ou des détresses respiratoires initiales par inhalation de fumées, l'indication de l'intubation trachéale est rare car le ratio bénéfice/risque est plutôt en faveur d'une surveillance respiratoire non agressive.

MESSAGES PREHOSPITALIERS

- **Transport RAPIDE en centre spécialisé**
- Voie veineuse et remplissage : cristalloïdes (RL+G5) , Parkland
- Intubation
 - détresse respiratoire,
 - suspicion d'inhalation de fumée
 - Brûlure >60% sc
 - Ce d'autant que distance à parcourir importante
- Analgésie morphine IV et/ou kétamine IV
- Pansements de protection (champs stériles humides)
- Attention à l'hypothermie

B Apports hydro électrolytiques

La brûlure est associée à une fuite liquidienne du compartiment intra-vasculaire vers l'interstitium avec comme conséquence la constitution d'une hypovolémie. Durant les 24 premières heures le rôle de la compensation hydro électrolytique est de maintenir une perfusion des organes vitaux sans induire de surcharge de volume au niveau cardiovasculaire génératrice de complications cardiaques et respiratoires. La restauration et le maintien des pressions de perfusion tissulaires a pour finalité l'oxygénation maximale des tissus sains et des tissus brûlés. Au niveau de ces derniers, les conditions d'oxygénation optimale favorisent la cicatrisation spontanée, limite la souffrance cellulaire dans les zones intermédiaires, diminue la colonisation bactérienne, et optimise la viabilité des zones dermiques brûlés avant la mise en place de greffe cutanée.

La quantité de liquide perfusée est calculée initialement à partir de la surface brûlée, puis adaptée en fonction des paramètres cliniques tels que la diurèse et l'hémodynamique, notamment le monitoring du débit cardiaque lorsque cela est possible. Les solutés utilisés sont en général une association de glucosé à 5% et de Ringer lactates, la modulation de l'apport d'électrolytes (sodium et potassium) se fait en fonction des ionogrammes sanguins.

Règle de Parland

Fluid calculation for the first 24 hours:

- $3 \text{ ml} \times (\text{total burn surface area (\%)}) \times (\text{body weight (kg)})$
50% given in first 8 hours
50% given in next 16 hours
- Children receive maintenance fluid in addition, at hourly rate of
4 ml/kg for first 10 kg of body weight *plus*
2 ml/kg for second 10 kg of body weight *plus*
1 ml/kg for >20 kg of body weight

Fluid calculation for the second 24 hours:

- $1.5 \times (\text{total burn surface area (\%)}) \times (\text{body weight (kg)})$
Total divided by 24 for an hourly rate
- Maintenance fluid in addition as above

Règle de Carvajal

	Day 0	Day 1	Days +
Maintenance (ml/ m ² BSA)	2000	1500	2200
Burn (ml/m ² BSB)	5000	4000	2800

$$\text{BSA} = (\text{Wt.} + 4)/30$$

A noter qu'il existe dans le contexte de la brûlure sévère une augmentation de la sécrétion d'hormone antidiurétique liée à l'agression, qui peut se traduire par une persistance de l'oligurie malgré la restauration de l'équilibre volémique et hydroélectrolytique.

Au total les apports hydro électrolytiques doivent être rapides et suffisants en terme de volume, en gardant néanmoins à l'esprit que les complications respiratoires (épanchement pleural ou œdème pulmonaire) ne sont pas rares chez le jeune enfant présentant des brûlures > 25% de la SCT.

En pratique ...

- **Nourrisson 10 kg, brûlé à 10%**
 - Base = 40 ml/h
 - 150 ml sur 8h soit 20 ml/h + 40ml/h = **60ml/h sur 8h**
 - 150 ml sur 16h soit 10ml/h + 40ml/h = **50 ml/h sur 16h**
- **Nourrisson 10 kg, brûlé à 20%**
 - Base = 40 ml/h
 - $3 \text{ ml} \times 10\text{kg} \times 20\% = 600 \text{ ml sur 24h}$
 - 300 ml sur 8h soit 40 ml/h + 40ml/h = **80ml/h sur 8h**
 - 300 ml sur 16h soit 20ml/h + 40ml/h = **60 ml/h sur 16h**
- **Enfant 20 kg, brûlé à 40%**
 - Base = 60 ml/h
 - $3 \text{ ml} \times 20\text{kg} \times 40\% = 2400 \text{ ml sur 24h}$
 - 1200 ml sur 8h soit 150 ml/h + 60ml/h = **210ml/h sur 8h**
 - 1200 ml sur 16h soit 75ml/h + 60ml/h = **135 ml/h sur 16h**

50% Ringer, 50% G5

Dans ce contexte de brûlure supérieure à 20-25% de la SCT, la survenue d'un SIRS (Systemic Inflammatory Response Syndrom) n'est pas rare.

La brûlure étendue induit une libération systémique de médiateurs inflammatoires (histamine, prostaglandines, thromboxanes, kinines, sérotonine et radicaux libres), qui altèrent la contractilité cardiaque et la régulation et la perméabilité microvasculaire, le tout favorisant l'hypoxie tissulaire périphérique. La réponse inflammatoire est intense et généralisée à tout l'organisme. Le SIRS est l'ensemble des symptômes associés à cet emballement inflammatoire, soient par ordre d'importance : la tachypnée, la tachycardie, la fièvre et l'hyper ou l'hypoleucocytose.

International pediatric sepsis consensus conference: Definitions for sepsis and organ dysfunction in pediatrics*

Brahm Goldstein, MD; Brett Giroir, MD; Adrienne Randolph, MD; and the Members of the International Consensus Conference on Pediatric Sepsis

Table 2. Definitions of systemic inflammatory response syndrome (SIRS), infection, sepsis, severe sepsis, and septic shock

SIRS^a

The presence of at least two of the following four criteria, one of which must be abnormal temperature or leukocyte count:

- Core^b temperature of $>38.5^{\circ}\text{C}$ or $<36^{\circ}\text{C}$.
- Tachycardia, defined as a mean heart rate >2 sd above normal for age in the absence of external stimulus, chronic drugs, or painful stimuli; or otherwise unexplained persistent elevation over a 0.5- to 4-hr time period OR for children <1 yr old: bradycardia, defined as a mean heart rate <10 th percentile for age in the absence of external vagal stimulus, β -blocker drugs, or congenital heart disease; or otherwise unexplained persistent depression over a 0.5-hr time period.
- Mean respiratory rate >2 sd above normal for age or mechanical ventilation for an acute process not related to underlying neuromuscular disease or the receipt of general anesthesia.
- Leukocyte count elevated or depressed for age (not secondary to chemotherapy-induced leukopenia) or $>10\%$ immature neutrophils.

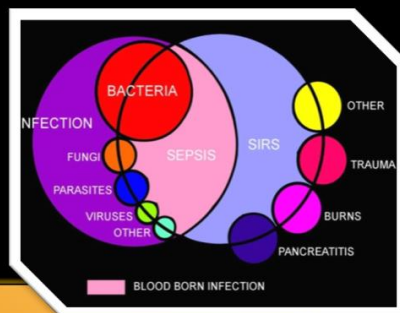
Table 3. Age-specific vital signs and laboratory variables (lower values for heart rate, leukocyte count, and systolic blood pressure are for the 5th and upper values for heart rate, respiration rate, or leukocyte count for the 95th percentile)

Age Group ^a	Heart Rate, Beats/Min ^{b,c}		Respiratory Rate, Breaths/Min ^d	Leukocyte Count, Leukocytes $\times 10^3/\text{mm}^3$ ^{b,c}	Systolic Blood Pressure, mm Hg ^{b,c,e,f}
	Tachycardia	Bradycardia			
0 days to 1 wk	>180	<100	>50	>34	<65
1 wk to 1 mo	>180	<100	>40	>19.5 or <5	<75
1 mo to 1 yr	>180	<90	>34	>17.5 or <5	<100
2–5 yrs	>140	NA	>22	>15.5 or <6	<94
6–12 yrs	>130	NA	>18	>13.5 or <4.5	<105
13 to <18 yrs	>110	NA	>14	>11 or <4.5	<117

NA, not applicable.

Compte tenu de la symptomatologie, le diagnostique différentiel avec l'infection reste très difficile, l'indication de l'antibiothérapie est donc large dans ce contexte sévère.

Systemic Inflammatory Response Syndrome (SIRS) in burn patient...



- Usually in TBSA >20-25%
- Burn injury induced release of inflammatory mediators +++
- Alteration of microvascular permeability and decrease of tissue oxygenation
- Symptoms of SIRS : tachypnea +++ and tachycardia++, fever+ and abnormal white blood cell count ...
- In severely burned patients, the longer patients present a state of SIRS the more chance they have of developing organ dysfunction.
- Differentiating SIRS and infection is extremely challenging
- Antibiotic ???

C Prise en charge de la douleur chez le brûlé

Les processus douloureux provoqués par la brûlure sont complexes et multifactoriels. On distingue classiquement la douleur de fond, et les épisodes aigus dont font partie les douleurs provoquées par les soins des brûlures. L'évolution vers la douleur chronique est rapide et fréquente. Par ailleurs le contexte de stress majeur et d'anxiété fréquemment associé à la brûlure majeure le risque de chronicisation de ces douleurs.

Les protocoles d'analgésie doivent donc avoir pour but de fournir une analgésie efficace et adaptée au contexte clinique (assistance respiratoire ou non), de prévenir la survenue d'une tolérance ou d'une hyperalgésie secondaire aux morphiniques, de limiter le stress et ses conséquences neurohormonales, de prévenir la chronicisation de la douleur et d'éviter les effets secondaires tels que l'iléus intestinal.

Analgesia for severe burn

Background analgesia	Procedure related analgesia
Intubated patient □ Remifentanyl □ Morphine □ Midazolam □ Clonidine □ Ketamine	□ Ketamine □ Morphine □ N₂O, □ gamma hydroxybutirate
Non intubated patient □ IV Morphine □ IV Ketamine, IV clonidine	□ IV morphine □ IV ketamine
Then ... □ Oral morphine □ +/- oral clonidine and □ oral gabapentine	□ Oral morphine □ IV Ketamine

Non-pharmacological approaches to supporting young children through painful medical procedures are an essential component of burn pain management protocols

Ces protocoles reposent sur le concept d'analgésie multimodale et peuvent associer en fonction des habitudes et du contexte : un morphinique, de la kétamine, un anti inflammatoire non stéroïdien, de la gabapentine, un alpha2 agoniste...

L'utilisation de la kétamine chez l'enfant brulé présente un certain nombre d'avantage :

- Utilisée comme agent anesthésique ses propriétés analgésiques et ses faibles effets déresseurs respiratoires, justifie une utilisation large dans les soins douloureux quotidiens de la brulure.
- Son effet préventif face aux processus de chronicisation est particulièrement intéressant
- Son effet antidépresseur récemment démontré est là encore utile
- Son effet anti proinflammatoire très récemment mis en évidence s'intègre également dans la thérapeutique de la brulure et de ses conséquences systémiques.

PostTraumatic Stress Disorder in burn children:

PTSD : development of characteristic symptoms, following exposure to a major traumatic stressor such as actual or threatened death or serious injury

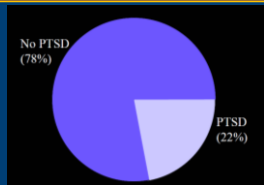
Physical complaints when reminded of injury.
Talking about injury is avoided.
Startles easily.
Distressed if reminded of injury.

How many burned children get PTSD?

Pathways to PTSD, Part I: Children With Burns

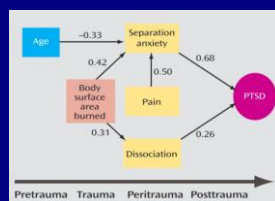
[Am J Psychiatry 2005; 162:1299-1304]

A study including 72 burned children (between 7 and 17yr), prospectively assessed for anxiety and several psychological tests during hospitalization and up to 3 months after injury
Mean age : 11 years
Average length of hospital stay 47 days
Average TBSA 18% (1 to 85%)



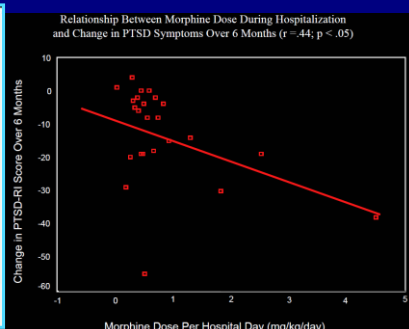
PTSD was related to

- burn size, pain,
- separation anxiety
- dissociation symptoms during hospitalisation



PTSD in burn children

Can the risk of PTSD be diminished with early intervention ?



Saxe G et Al Relationship between acute morphine and the course of PTSD in children with burns. J Am Acad Child Adolesc Psychiatry. 2001;

Stoddard FRJ et Al. Preliminary evidence for the effects of morphine on posttraumatic stress disorder symptoms in one- to four-year-olds with burns. J Burn Care Res. 2009;

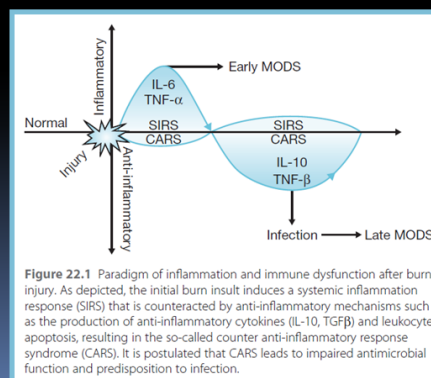
- Adapted Management and psychological support of the child and his parents
- Betablockers may prevent PTSD...
- Clonidine ??? Ketamine ???...

D Prise en charge infectieuse de l'enfant brûlé

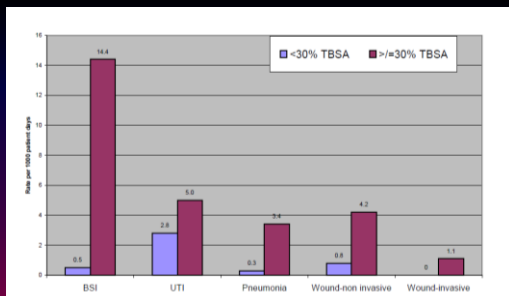
L'infection reste la cause principale de décès chez l'enfant brûlé. Cette vulnérabilité particulière s'explique par la disparition de la barrière cutanée et la dépression immunitaire secondaire aux brûlures étendues, deux éléments qui favorisent la colonisation cutanée bactérienne et l'infection systémique secondaire.

Infection : la première cause de décès chez les brûlés

- Des facteurs favorisant l'apparition d'une infection
 - Perte de la barrière cutanée avec risque de colonisation bactérienne de la peau altérée
 - Immunodépression
 - Technique de réanimation invasive
 - Hospitalisation prolongée
 - Antibiothérapie extensive



Les infections sont plus fréquentes chez les enfants présentant des brûlures atteignant plus de 30% de la SCT. Les infections sont favorisées par la présence d'un dispositif invasif, les infections sur KT central sont les plus fréquentes suivies par les infections urinaires.



Incidence des infections par site à l'Hôpital Shriners for Children, Boston De 1996 à 2000 Taux d'infections pour 1000 patient jours.
 BSI = Bloodstream infection, (septicémie)
 UTI = Urinary tract infection, (infections urinaire)
 TBSA = total body surface area burn, (surface corporelle totale)

Le staphylocoque aureus est le germe le plus fréquemment retrouvé, les formes méthicilline résistantes sont d'autant plus fréquentes que l'hospitalisation est prolongée et qu'un traitement antibiotique a été administré.

Le second germe le plus souvent isolé est le pseudomonas aeruginosa, son apparition et sa prolifération sont favorisées par la présence d'un milieu humide et macéré dans un contexte d'utilisation préalable d'antibiotiques à large spectre.

Infections in burn patients: pathogen agents

- **Staphylococcus Aureus** predominates in wound colonisation and also in blood stream infections from central venous catheter, more and more methicillin resistant
- Gram-negative pathogens
 - US : **Pseudomonas aeruginosa**, Acinetobacter Baumanii and Enterococcus spp
 - Asia : Acinetobacter Baumanii, Proteus Mirabilis, **Pseudomonas aeruginosa**
 - Europe : **Pseudomonas aeruginosa**, Escherichia Coli
- And also ...
Klebsiella pneumoniae, and Enterobacter cloacae.
- The use of **colistin** can moderate multi-resistant infections
- **Fungal** infections increase candida spp +++, aspergillus

Les recommandations de la société française pour l'étude et le traitement des brûlures (SFETB) sont très claires, elles préconisent un usage des antibiotiques strictement encadré et limité aux situations d'infections prouvées. Ces recommandations insistent par ailleurs sur l'importance du traitement local en cas de colonisation bactérienne. Dans ce sens, la désinfection pluriquotidienne des brûlures par pulvérisation de chlorhexidine aqueuse, associée à la balnéothérapie antiseptique permet de limiter l'usage des antibiotiques.

French guidelines

Principle : Antibiotic therapy should not encourage the emergence of bacterial resistance; its use should be made in order to limit the selection pressure and to limit the consequences in terms of bacterial ecology.

- NO ANTIBIOTICS in the absence of proven infection
- The local infection requires a LOCAL TREATMENT
- Try to reduce the bacterial INOCULUM
- Antibiotic treatment of serious infections is a therapeutic EMERGENCY
- Choose BACTERICIDAL antibiotics
- ASSOCIATE antibiotics in severe infections
- ADAPT antibiotic treatment
- Be able to REDUCE and STOP antibiotic therapy
- Follow the rules of administration of the antibiotic (dosages, injection rate...)
- Measure blood levels of antibiotic.

Table IV. Topical agents used to treat burns

Silver sulfadiazine (Flamazine®)

- excellent spectrum of activity
- low toxicity
- effective for 24 hours

Povidone-iodine (Betadine®)

- wide antibacterial spectrum
- inactivated by wound exudates
- half-life of 12 hours, needs to be applied twice daily

Mupirocin (Bactroban®)

- excellent broad-spectrum antimicrobial activity
- predominantly Gram-positive organisms and methicillin-resistant staphylococci (MRSA)
- ineffective against *Pseudomonas*
- apply daily

Chlorhexidine (Hibitane®)

- broad-spectrum antimicrobial action
- effective especially against *Pseudomonas*
- often combined with mupirocin to broaden the antibacterial spectrum
- change daily

Nanocrystalline silver (Acticoat®)

- liberates silver (Ag⁺) at a concentration 10 times the MIC for more than 150 organisms
- apply topically
- remove every third to fourth day

E La nutrition de l'enfant brûlé

La brûlure induit très rapidement une dépense énergétique majeure associée à un catabolisme protéidique. Ces processus sont liés à la réponse neuro-hormonale secondaire au stress.

L'hyper métabolisme observé en cas de brûlure modérée à sévères, associé à l'augmentation des besoins énergétiques requis par les processus de cicatrisation, impose un apport calorique rapide et important chez les enfants brûlés. Cet apport se fera au mieux par la mise en place d'une nutrition entérale continue par sonde naso gastrique. Cette nutrition entérale est débutée dans les 12 heures qui suivent l'admission, à des débits progressivement croissants adaptés à la tolérance digestive de l'enfant. La détermination des apports caloriques, tant sur le plan quantitatif que qualitatif, est peu codifiée chez l'enfant. Sur le plan quantitatif : la formule de Hildreth est utilisée par de nombreuses équipes: $1\,800\text{ kcal} \cdot \text{m}^{-2}$ de surface cutanée totale + $2\,200\text{ kcal} \cdot \text{m}^{-2}$ de surface cutanée brûlée. Sur le plan qualitatif, les hydrates de carbone sont la principale ressource énergétique chez le brûlé. Ils constituent, selon l'âge, 65 à 80 % de l'apport glucido-lipidique. Les lipides constituent 20 à 35 % de l'apport énergétique. Un apport excessif d'acide linoléique (précurseur des prostaglandines) serait à éviter. Les apports protéiques sont proportionnels à l'étendue et à la profondeur de la brûlure, d'où la formule de Davies : $3\text{ g d'azote/kg} + 1\text{ g d'azote/1 \% de surface cutanée brûlée}$, en maintenant un rapport calorico-azoté de 100 à 150 kcal/1 g d'azote. Les oligo-éléments et les vitamines : une supplémentation en zinc, cuivre et sélénium est souhaitable chez l'enfant brûlé, de même qu'en vitamines B6, B9, B12 et C.

Les messages préhospitaliers

Messages préhospitaliers...

- Transport **RAPIDE** en centre spécialisé
- Voie veineuse et remplissage : cristalloïdes (RL+G5) , Parkland
- Intubation
 - détresse respiratoire,
 - suspicion d'inhalation de fumée
 - Brûlure >60% sc
 - Ce d'autant que distance à parcourir importante
- Analgésie morphine IV et/ou kétamine IV
- Pansements de protection (champs stériles humides)
- Attention à l'hypothermie

Les « Petit Brulé » en centre non spécialisé.

Le « Petit » brulé, en centre non spécialisé ... LES BASES

- Moins de 10% de SCT et plus de 1 an, 2^{ème} degré superficiel ou intermédiaire.
- Prise en charge ambulatoire ou à l'hôpital, selon l'importance de la brûlure et l'environnement
- **La prise en charge repose sur :**
 - Hydratation-nutrition sous contrôle
 - Analgésie (morphine per os, codéfan, tramadol...)
 - Prévention infection (pansement/exposition air et antisepsie)
 - Surveillance régulière de la cicatrisation

Le « Petit » brulé, en centre non spécialisé ... LES PIEGES

- L'alimentation insuffisante (quantifier)
- La douleur de base et aux soins, l'hyperalgésie (mains et pieds +++), la douleur neuropathique
- L'infection par antisepsie (et aseptie) insuffisante
- La fièvre ... les antibiotiques c'est pas (du tout) automatique
- Le chirurgien ...

CONCLUSIONS

Take home messages...

- La sévérité de la brûlure dépend de la surface : augmentation de la morbidité au delà de 20-25% et de la mortalité au-delà de 60%.
- Les apports hydroelectrolytiques doivent être précoces et reposent sur des règles simples et des solutés de base (RL-G5). Grands volumes dans les premières heures ...
- Réponse inflammatoire (SIRS) à dissocier de l'infection.
- Antisepsie locale rigoureuse de la brûlure et du patient. Antibiothérapie systémique seulement en cas d'infection patente
- Traitement multimodal de la douleur et prévention de l'hyperalgésie et de la douleur neuropathique
- Support psychologique pour l'enfant (PTSD) et ses parents
- Et aussi la nutrition précoce, hypercalorique et antioxydative