

# Ustioni da fuoco

*Liliana Copertino\**

## **Riassunto**

Le ustioni sono lesioni traumatiche che nelle forme gravi richiedono un trattamento altamente specialistico. In eventi disastrosi e in scenari di guerra le ustioni sono lesioni molto frequenti e la medicina di guerra ha permesso di fare importanti avanzamenti nel trattamento di questa patologia.

Le ustioni sono classificate in base all'agente etiopatogenetico (agenti fisici, chimici o radiazioni) il cui meccanismo di azione lesiva determina caratteristici aspetti anatomoistologici della lesione.

Per definire la severità di un'ustione è anche fondamentale la stima dell'estensione sulla superficie corporea e il grado di profondità con il livello di interessamento della cute e eventualmente degli strati sottostanti. I pazienti gravemente ustionati devono essere centralizzati in Centri Specializzati dove trovano équipe multispecialistiche che seguono il paziente dalla fase rianimatoria iniziale fino alle fasi di chirurgia ricostruttiva e al processo di riabilitazione che possono protrarsi fino a due anni dal trauma prima di una reintegrazione a una vita sociale accettabile.

## **Résumé**

Les brûlures sont des lésions traumatiques qui requièrent un traitement spécialisé. Lors de catastrophes et de guerres, les brûlures sont des lésions très fréquentes et la médecine de guerre a contribué à faire avancer la science de manière importante, dans le traitement de cette pathologie.

Les brûlures sont classées en fonction de l'agent étiopathogénique (agents physiques, chimiques ou radiations) dont le mécanisme d'action qui provoque la lésion cause des aspects anatomohistologiques caractéristiques.

Pour définir la sévérité d'une brûlure, il est aussi fondamental d'estimer l'extension de la surface corporelle et la profondeur de l'épiderme, et éventuellement du derme, atteints.

Les patients gravement brûlés doivent être hospitalisés dans des Centres Spécialisés où des équipes multispecialistes les suivent de la phase initiale de la réanimation aux phases de chirurgie reconstructive et au processus de réhabilitation. Ces dernières phases peuvent se prolonger pendant les deux années suivant le traumatisme avant qu'une réintégration dans une vie sociale acceptable ne puisse être faite.

## **Abstract**

Severe burn injuries require high specialistic treatment. Burn injuries are common in disasters and war scenarios, so war medicine has been fundamental to improve treatment protocols for burn patients..

Burn injuries are classified according to the etiopathogenetic agent (physical, chemical or radiation), that determines different anatomoisthologic aspects.

An estimation of the depth and extension are fundamental for defining the gravity of the burn. Critical burn patients have to be transported in specialistic Centers. There they are treated by multispecialistic teams from the resuscitation phase to the reconstructive surgery and specialist rehabilitation.. This process can continue for two years with the objective to return patients to a quiet normal life.

## **1. Introduzione.**

I pazienti affetti da ustioni costituiscono una delle più grandi sfide per la professione medica.

Tutti gli aspetti di terapia intensiva vengono implicati nella gestione dei feriti: dalle manovre di rianimazione, al trattamento di ferite complesse, agli stati ipermetabolici fino al trattamento di quadri sistemici molto complessi come la

Sindrome da Risposta Infiammatoria Sistemica (SIRS), la sepsi fino alla insufficienza multiorganica (MOF) che spesso ha esito fatale.

Le moderne strategie di gestione dei pazienti ustionati sono pertanto strutturate su team multispecialistici che prevedono un'azione integrata tra i team di primo soccorso, i medici dell'emergenza e rianimatori, chirurghi plastici e

---

\* Medico, membro AIMC (Associazione Italiana Medicina delle Catastrofi).

dermatologi, infermieri specializzati, nutrizionisti, psichiatri e fisioterapisti. Per questo sono stati creati centri specializzati per il trattamento degli ustionati. Qui i pazienti vengono centralizzati ai fini di trovare i più progrediti e omogenei livelli di trattamento. Queste strutture si occupano di tutti gli aspetti complessi della gestione che vanno dalla prima fase critica acuta di rianimazione fino alla riabilitazione con l'obiettivo di reinserire i pazienti nelle loro realtà attraverso un miglioramento dell'*outcome*.

Nonostante la vasta campagna di prevenzione per i rischi da ustioni, in una nazione progredita come gli Stati Uniti, il numero di casi supera ancora 1,5 milioni all'anno.

Le ustioni costituiscono dal 20 al 30% di lesioni che si manifestano durante un disastro, e tra il 15 e il 20% delle ferite che si riscontrano nei conflitti militari. Proprio le esperienze fatte sui campi di battaglia nel trattamento delle ustioni, hanno migliorato l'esperienza clinica su queste lesioni, promuovendo la qualità del trattamento anche in ambito sanitario civile.

Circa 100 anni fa, il Dottor Haldor Sneve, un chirurgo del Minnesota, identificò cinque fattori principali determinanti dell'*outcome* dei pazienti ustionati che sono tuttora validi: 1) l'estensione e gravità dell'ustione; 2) l'importanza di una precoce rianimazione con fluidi endovenosi; 3) l'importanza dei trapianti di cute; 4) il controllo delle infezioni e del rischio settico; 5) la gestione dello stato ipermetabolico e l'importanza della nutrizione. Un ulteriore progresso fu fatto durante le Guerre Mondiali e i vari conflitti del secolo scorso riguardo al trattamento fluidico per la prevenzione dello shock post traumatico, fino a quando Parkland al Brooke Army Burn Center creò una formula per calcolare la quantità di cristalloidi per la rianimazione fluidica nelle

prime 24 ore dei pazienti ustionati per un facile utilizzo logistico in campo militare che tenesse conto del peso del paziente e della percentuale di superficie corporea ustionata. Ulteriori passi avanti sono stati fatti con progresso dei trattamenti intensivi e con la scoperta di materiali biocompatibili per sostituire la aree di cute lesionata<sup>1</sup>.

## **2. Classificazione delle ustioni.**

### 2.1. Anatomia della cute.

La pelle è composta da due strati: **epidermide** e **derma**.

L'epidermide è uno strato di epitelio cheratinizzato, privo di vasi ed è nutrito dallo strato di derma sottostante più profondo e vascolarizzato. Entrambi gli strati sono costituiti da substrati con livelli di distribuzione e maturità cellulare diversi.

Tra epidermide e derma si trova la membrana basale che ha uno spessore che varia tra 0,5-3,5 mm in base alla sede anatomica che riveste. L'epidermide è costituito da 4 strati e lo strato basale più interno con le cellule germinali da cui l'epidermide rigenera i suoi strati superiori via via sempre più inerti e cheratinizzati.

Il derma è costituito di due strati distinti che inglobano varie strutture specializzate come gli annessi cutanei (peli, ghiandole sudoripare e sebacee, recettori nervosi sensoriali): uno strato papillare più superficiale e spesso e uno strato reticolare per l'aspetto a reticolo delle fibre di connettivo che lo costituiscono.

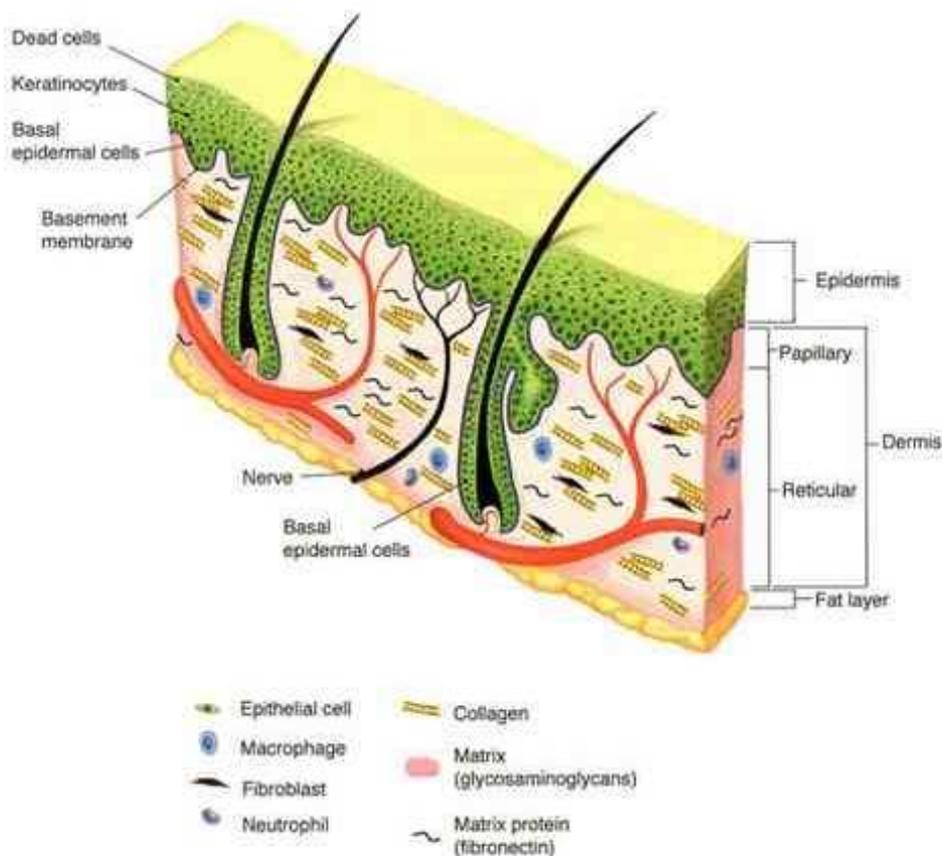
---

<sup>1</sup> [www.burnsurgery.org](http://www.burnsurgery.org)

Sotto allo strato reticolare del derma si trova lo strato sottocutaneo con cellule adipose e

connettivali che crea uno spessore lasso che conferisce elasticità alla cute.

### Anatomy of Normal Skin



### 2.2. Classificazione delle ustioni per gradi di profondità.

#### Ustioni di Primo Grado.

Le ustioni di Primo grado interessano lo strato superficiale dell'epidermide. Conferiscono alla cute il tipico aspetto arrossato definito **eritema**, con comparsa di edema e ispessimento cutaneo e surriscaldamento della zona colpita che può durare anche fino a 3 giorni dopo l'esposizione. La zona colpita è molto dolente, ma dopo 7-10 giorni avviene una desquamazione superficiale che non lascia alcun segno sulla cute.

Queste lesioni contribuiscono all'invecchiamento precoce della pelle e aumentano il rischio dello

sviluppo di tumori cutanei per esposizioni reiterate senza adeguate protezioni.

#### Ustioni di Secondo grado.

- Del derma superficiale e medio

Le ustioni di secondo grado superficiali interessano lo strato superiore del derma, pertanto c'è un'interruzione a livello della membrana basale dell'epidermide con parziale approfondimento nel terzo più esterno del derma (strato papillare).

Queste lesioni possono essere molto dolorose e spesso sono caratterizzate dallo sviluppo di vescicole (**flittene**) a livello della cute dove si

raccoglie materiale sierico, le aree più periferiche sono caratterizzata da un'area eritematosa. Quando le vescicole si aprono l'aspetto della lesione è rosato traslucido e la zona è molto dolente

Queste lesioni possono andare incontro a una *restitutum ad integrum* in 10-12 giorni con completa risoluzione che parte dalle aree periferiche meno danneggiate.

Queste sono lesioni tipiche da esposizioni a liquidi caldi.

Le lesioni di secondo grado che interessano il derma fino al terzo medio si presentano con flittene più estese e possono richiedere un tempo di guarigione che va dalle 2 alle 4 settimane perché il danno nelle strutture di rigenerazione è più esteso.

Queste sono le lesioni più caratteristiche di una breve esposizione diretta al fuoco.

- Del derma profondo

Queste ustioni si estendono più in profondità provocando un danno anche allo strato reticolare del derma, ma senza estensione al sottocute. Possono richiedere un tempo di risoluzione fino a 4 mesi perché è danneggiato il terzo più interno del derma e il processo di rigenerazione della cute è molto più lento. In queste ustioni, che sono frequentemente esiti di esposizione diretta alle fiamme, spesso non si riscontrano le flittene perché il derma è stato danneggiato al punto da non avere uno spessore che consenta lo scollamento e la raccolta del trasudato tipico delle vescicole. Le aree colpite si presentano annerite o biancastre, asciutte e poco dolenti, spesso si rendono necessari interventi di incisione delle lesioni per facilitarne la guarigione e l'impianto di coperture temporanee con innesti cutanei o

sintetici per diminuire il rischio di infezione e favorire la guarigione.

### Ustioni di Terzo grado.

Sono lesioni a tutto spessore della cute che interessano epidermide, derma e strato sottocutaneo. A causa della completa distruzione delle aree annessiali queste lesioni si risolvono solo con gravi retrazioni cicatriziali. Spesso si presentano per esposizione alle fiamme.

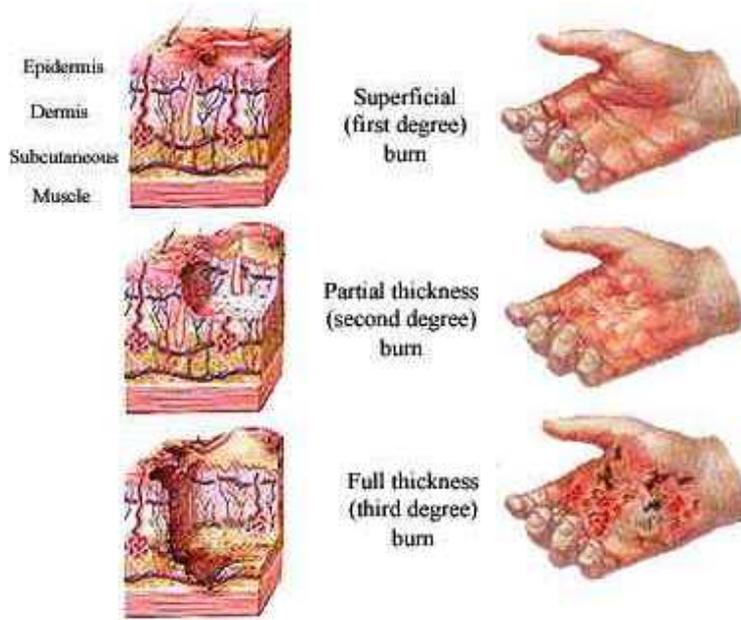
La lesione tipica è l'**escara**, un'area di cotenna asciutta e scarsamente dolente (secondaria alla distruzione delle terminazioni nervose del derma che rendono la zona scarsamente sensibile allo stimolo). Spesso è difficile distinguere in fase precoce le ustioni di terzo grado da quelle di secondo grado profondo poiché l'aspetto iniziale può essere simile, ma l'utilizzo di detergenti enzimatici usati per la detersione delle zone colpite, lascia alle ustioni di terzo grado l'aspetto tipico "a cotenna".

I pazienti con ustioni di III grado devono essere sottoposti a interventi di escarectomia urgenti. La rimozione chirurgica dell'escara favorisce i processi di guarigione e riduce l'effetto delle retrazioni cicatriziali precoci con il rischio di perdita di funzione delle strutture (soprattutto alle pieghe cutanee, mani, piedi e volto). Quando queste ustioni hanno un aspetto circolare, possono richiedere interventi di escarectomia urgenti soprattutto agli arti (per scongiurare la sindrome compartimentale da ischemia distale) o alla gabbia toracica (per diminuire il rischio di insufficienza respiratoria legata alla mancata distensibilità della gabbia toracica data dalle lesioni).

### Ustioni di Quarto grado.

Queste lesioni interessano anche le strutture sottostanti il derma, spingendosi oltre al sottocute fino alle fasce muscolari, il muscolo stesso e l'osso. Spesso si parla di **carbonizzazione** delle strutture; anche in questi casi sono previsti interventi di escarectomia e fasciotomia per

prevenire le sindromi compartimentali e spesso interventi di amputazioni se le aree colpite sono irreversibilmente danneggiate. Il trattamento di queste lesioni è molto complesso e prevede lunghi trattamenti di chirurgia ricostruttiva.



### 2.3. Classificazione delle Ustioni secondo agente etiologico.

Le ustioni possono essere classificate secondo l'agente etiologico che le determina.

#### Agenti fisici.

Tra gli agenti fisici che determinano le ustioni si ricordano le **esposizione a alte temperature** provocate da contatto con liquidi, vapori, oli e solidi ad alte temperature. In questi casi il danno è proporzionale al tempo di contatto e alla temperatura del mezzo conducente (esempio un rapido contatto con un liquido caldo provoca una lesione di entità inferiore rispetto a un'immersione

prolungata nel liquido alla stessa temperatura). L'esposizione prolungata a alta temperatura può aggravare il danno per cui, nel tentativo di contenerlo, è buona norma comportamentale ridurre per quanto possibile i tempi di contatto rimuovendo gli abiti e lavando le superfici esposte con acqua fredda; in questo modo si ottiene l'effetto combinato del raffreddamento dell'area colpita e dell'allontanamento delle sostanze che, per caratteristiche di elevata viscosità, tenderebbero a prolungare l'azione lesiva sull'area di contatto fino alla loro completa rimozione.

La seconda causa più comune di danno termico è dato **dall'esposizione diretta al Fuoco**; spesso

sono conseguenze di infortuni domestici provocati dall'utilizzo improprio di agenti infiammabili. Associate a queste lesioni, si riscontrano frequentemente complicanze respiratorie date dall'inalazione di fumo o dall'azione lesiva diretta del calore sulle prime vie aeree.

Le lesioni da **Elettricità** hanno una severità che si correla a vari elementi come il voltaggio, il tipo di corrente, la resistenza e la durata dell'esposizione. Esistono lesioni da **basso Voltaggio** (> 1000 Volt), lesioni da **Alto Voltaggio** (> 1000 Volt) e lesioni da **Superaltovoltaggio (Folgorazioni)**.

I pazienti sottoposti a scariche elettriche ad alto voltaggio hanno un esito fatale nel 40% dei casi. Per i pazienti che sopravvivono all'esposizione a corrente ad alto voltaggio è indicato il ricovero presso reparti di terapia intensiva nelle ore successive all'incidente. Il passaggio della corrente può infatti provocare lesioni molto gravi e profonde che possono essere spesso difficilmente apprezzabili dall'esterno se non per i tramiti di ingresso e uscita dell'elettricità, che però possono indurre sindromi compartimentali e rabdomiolisi nei tessuti che hanno attraversato, con successive complicanze sistemiche e compromissione delle funzioni vitali. Oltre ai danni diretti sulle strutture tissutali, la corrente elettrica può provocare disturbi della conduzione nelle cellule del sistema nervoso e miocardico che hanno anche una funzione di conduzione nell'organismo, portate ad estreme conseguenze come l'arresto respiratorio o l'arresto cardiaco provocato dalla comparsa di severe aritmie cardiache come la fibrillazione ventricolare.

#### Agenti chimici.

L'esposizione a sostanze chimiche classificate come acidi o basi forti può provocare gravi ustioni a livello cutaneo e mucoso.

Gli **acidi** producono come danno una necrosi coagulativa denaturando le proteine cutanee e creando un'escara che limita l'ulteriore penetrazione dell'agente lesivo.

Le **sostanze alcaline** inducono, invece, una necrosi colliquativa, con denaturazione proteica e saponificazione degli acidi grassi con una progressione in profondità del meccanismo di danno fino a quando non si provvede alla neutralizzazione o rimozione della sostanza lesiva. Le sostanze chimiche oltre al danno diretto sulla superficie cutanea e mucosa con cui vengono in contatto, possono anche provocare un danno secondario all'organismo legato alla tossicità stessa della molecola, correlato alla penetrazione per via cutanea o all'inalazione di gas e vapori rilasciati.

#### Agenti radianti.

Gli agenti radianti possono provocare ustioni in relazione alla tipologia di emissione, al tempo di contatto e alla vicinanza dalla fonte.

Per esempio l'esposizione a **Raggi UVA** (per esposizione al sole o a lampade abbronzanti) può provocare delle ustioni di vario grado sulle superfici esposte legate al tempo di esposizione (una lesione tipica è l'ustione di primo grado denominato eritema solare). L'esposizione a **radiazioni ionizzanti** può essere a scopo terapeutico in medicina nucleare oppure accidentale in caso di incidenti in impianti nucleari, o improprio maneggiamento di materiale radioattivo con conseguenze non sempre controllabili. In questi casi a livello della cute e delle mucose esposte si riscontrano ustioni che si

caratterizzano per gravità e estensione diversa correlabile al tempo di esposizione, alla vicinanza della sorgente e al tipo di radiazione emessa.

### **3. Patofisiologia delle ustioni.**

Risposta Locale: In un'ustione del terzo grado (a tutto spessore) si possono ritrovare tre aree concentriche di danno tissutale. La prima parte più centrale è caratterizzata dall'area di necrosi coagulativa, un'area intermedia di stasi e un'area più periferica esterna di iperemia tissutale.

La necrosi tissutale appare biancastra, con aspetto simil cuoio o carbonaceo.

L'area intermedia caratterizzata dalla stasi, presenta una perfusione inadeguata, quindi per contenere il danno in queste zone è necessario evitare le ipotensioni sistemiche per contenere i danni da ipoperfusione tissutale che rallentano e complicano i processi di guarigione.

La zona esterna è caratterizzata da una iperemia legata al rilascio di mediatori infiammatori locali, e la guarigione di queste aree è completa.

Le sostanze liberate dalla distruzione delle cellule (fosfolipidi convertiti dalla fosfolipasi A in acido arachidonico che produce prostanoide e leucotrieni) mediano la risposta infiammatoria inducendo vasostrizione, vasodilatazione, aumento della permeabilità capillare e richiamo di neutrofili polimorfonucleati che incrementano la reazione infiammatoria locale anche con rilascio di radicali liberi che incrementano la risposta infiammatoria.

Microcircolazione nei tessuti ustionati e non: nelle ustioni si verifica una diminuzione del flusso ematico e un incremento della permeabilità capillare con imbibizione interstiziale. Nelle ustioni a tutto spessore, le lesioni sono ischemiche per distruzione diretta e completa dei vasi del derma, mentre nelle ustioni a spessore parziale, il

flusso in parte conservato, induce lo sviluppo dell'edema tissutale e la comparsa delle flittene.

Nelle 12-24 ore successive all'evento, si assiste a un incremento dell'edema locale che persiste fino al terzo giorno.

La fuoriuscita fluidica verso le strutture interstiziali per l'incremento della permeabilità capillare (in parte legata al rilascio dei mediatori infiammatori e in parte dovuta la riduzione della pressione oncologica intravascolare da ipoprotidemia) determinano una grande perdita di fluidi che necessita una gestione accurata della terapia fluidica (input) con monitoraggio emodinamico, dell'equilibrio idroelettrolitico e della diuresi (output, usata come parametro indiretto di buona perfusione sistemica).

Risposta sistemica all'ipovolemia del paziente ustionato: i pazienti ustionati possono sviluppare uno stato di shock ipovolemico legato all'ustione. I vari organi e tessuti possono pertanto manifestare dei danni secondari legato all'ipoperfusione, poiché la risposta che l'organismo attua per compensare lo stato di shock (incremento delle resistenze vascolari periferiche legata al rilascio di catecolamine) è in parte ostacolata dai mediatori liberati dalla risposta infiammatoria.

In questa fase è fondamentale il sostegno rianimatorio delle funzioni vitali del paziente ai fini di prevenire uno stato di shock irreversibile che può portare all'*exitus* del paziente.

### **4. Principi di trattamento delle ustioni.**

Ai fini della appropriata gestione dei pazienti ustionati è fondamentale premettere quali sono i criteri che sono stati selezionati dall'**ABA** ("American Burn Association") per definire la **gravità delle ustioni**, sui quali si fondano le

raccomandazioni per il ricovero presso i **Centri specializzati nel trattamento di Grandi Ustionati**<sup>2</sup>.

Gli elementi che influenzano la morbilità e la morbilità di pazienti sono:

- L'agente ustionante
- L'età del paziente: le età estreme risentono in maniera più importante dei danni da ustioni. L'apparato tegumentario degli anziani e dei bambini è più sottile e la resistenza agli agenti ustionanti è inferiore, mentre proporzionalmente sono aumentati i rischi di complicanze legati alla sindrome sistemica da grave ustione.
- La profondità delle lesioni: ustioni più profonde sono ovviamente più gravi e richiedono tempi di guarigione più lunghi e trattamenti più specialistici e complessi.
- L'estensione: la superficie corporea colpita da ustioni di grado superiore al secondo è indice della gravità dell'ustione, e quanto più estesa e profonda è l'ustione quanto più aumenta il rischio di morte della vittima. Secondo Ryan la superficie ustionata > 40%, le età estreme (bambini e pazienti > 60 anni) e l'inalazione di fumo sono fattori che inducono una mortalità che sale esponenzialmente fino al 90% in caso di concomitanza dei tre fattori.
- La sede: esistono distretti corporei che richiedono un'attenzione particolare. Il **volto** è importante perché un danno a carico delle sue strutture (occhi, orecchie, bocca) può essere altamente invalidante e compromettere la vita di relazione dell'individuo a causa dei danni residui permanenti. Le ustioni al volto possono anche compromettere

nell'immediatezza la funzione respiratoria per sviluppo di edema e conseguente ostruzione a carico del cavo orale delle vie aeree superiori. Le **mani e i piedi** necessitano di un trattamento rivolto al recupero funzionale massimale per poter consentire ai pazienti di non perderne le principali funzioni. Queste parti per le loro caratteristiche anatomoistologiche, sono più soggette a retrazione cicatriziale se non vengono adeguatamente trattate con il rischio di esiti fortemente invalidanti. Anche le **pieghe cutanee** sulle articolazioni fondamentali (inguine, ascella) e la **zona perineale** sono zone che meritano un'attenzione particolare nella prima valutazione di un paziente poiché la necessità di trattamenti specifici possono destinare i pazienti alla centralizzazione.

- Inalazione di fumo: l'inalazione di fumo o di monossido di carbonio può aggravare la clinica dei pazienti ustionati. Il monossido di carbonio (CO) è un gas inodore, incolore, non irritante prodotto da una combustione incompleta di carburanti; il CO ha un'altissima affinità di legame con l'emoglobina e spiazza il suo legame con l'ossigeno, e per concentrazioni percentuali superiori al 20% può indurre la comparsa di danni miocardici e neurologici che si aggravano con l'incremento della concentrazione fino alla morte del paziente. L'inalazione di fumo (dato dall'insieme dei prodotti di combustione particolati e non particolati) può indurre un danno provocato dal calore veicolato dal fumo a livello delle vie aeree superiori con edema e rischio di ostruzione e comparsa di stridore, dispnea, raucedine e sputo carbonaceo; i tossici inalati

---

<sup>2</sup> ABA, American Burn Life Support 2007.

che arrivano alle vie aeree inferiori possono indurre una risposta infiammatoria delle vie aeree inferiori con comparsa di broncospasmo e danno tissutale a livello alveolare con compromissione della funzione ventilatoria per comparsa di edema polmonare per danno alveolare.

- Patologie preesistenti: pazienti affetti da patologie croniche (diabete, problemi cardiaci, problemi respiratori) sono più soggetti a sviluppare complicanze legate a un trauma da ustione
- Traumi associati: spesso le ustioni si associano a danni traumatici come nei traumi da scoppio (esplosioni industriali, infortuni domestici, esplosioni da armi) o negli incidenti stradali.

Sono definiti **gravi ustionati**:

- In assenza di altri fattori concomitanti

Adulti con ustioni di II grado BSA > 20%.

Bambini-Adulti over 50 con ustioni di II grado BSA > 10%.

Tutti con ustioni di III grado BSA > 5%.

- In presenza di altri fattori concomitanti (traumi, altre patologie associate, inalazione di fumi, agenti chimici)

Adulti con ustioni di II-III grado BSA > 10 %.

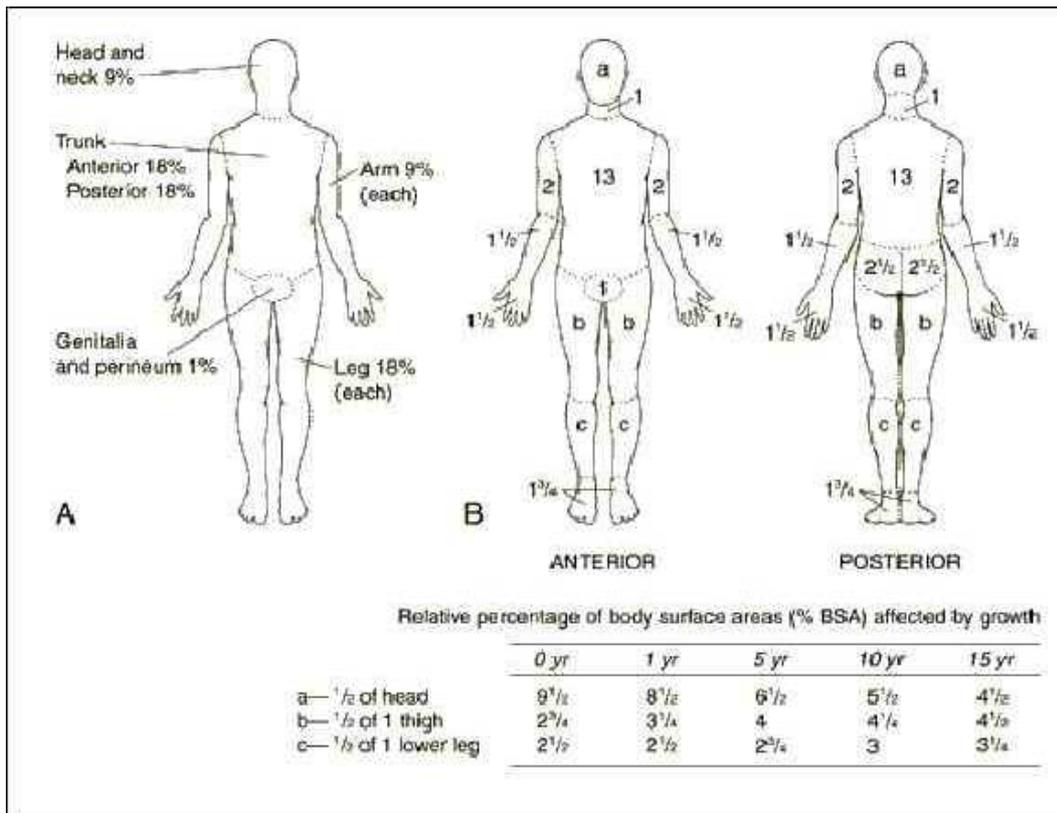
Bambini-Adulti over 50 con ustioni di II-III grado BSA > 5%.

## 5. Estensione delle ustioni.

Definire la percentuale di superficie corporea ustionata e la profondità della lesione è fondamentale per indirizzare in maniera rapida verso il trattamento più appropriato, pertanto negli anni sono stati ideati e applicati metodi per ottenere una stima rapida dell'area colpita che fosse più attendibile possibile.

Ancora in uso, ma attualmente in fase di superamento, è la “**Regola del 9**” di Wallace che suddivide le varie parti del corpo stimate per 9 e suoi multipli tenendo conto che il palmo della mano come elemento di riferimento corrisponde circa a 1% di superficie corporea. Per pazienti in età infantile, si deve tener conto che la superficie della testa è doppia rispetto a quella di un adulto, mentre gli arti inferiori proporzionalmente hanno una superficie inferiore rispetto a quella dell'adulto.

L'introduzione dello **schema di Lund e Browder** ha introdotto una precisione maggiore nella suddivisione della superficie corporea in segmenti più piccoli per i quali è possibile, seguendo lo schema, considerare anche le differenti proporzioni nelle varie fasce di età, dall'età neonatale fino all'età adulta.



Schema di Lund e Browder.

## 6. Fase di primo intervento.

Le raccomandazioni per il primo soccorso al personale laico che si può trovare sulla scena di un incidente con vittime ustionate possono essere riassunte nell'acronimo "SAFE" ideato dagli anglosassoni:

- **S:** "Shout" (Urla!) sottintende la necessità di attivare in maniera prioritaria i soccorsi specializzati
- **A:** "Assess" (Stima!) richiama l'attenzione sulla valutazione dei rischi dello scenario, poiché il prioritario impegno del soccorritore è di preoccuparsi della propria sicurezza, per poter continuare a svolgere l'attività di soccorso senza trasformarsi in vittima a sua volta
- **F:** "Free from Danger" (Liberi dai pericoli!)

- **E:** "Evaluate" (Valuta!): una volta messo in sicurezza lo scenario e se stesso, il soccorritore può valutare il ferito e preoccuparsi di iniziare le prime manovre di soccorso e fare una stima più approfondita con acquisizione di elementi che possono essere utili all'arrivo dei soccorritori professionisti.

Una delle prime manovre da attuare è di interrompere la progressione dell'azione lesiva dell'agente ustionante attraverso la rimozione degli indumenti contaminati o danneggiati e il lavaggio della zona colpita con un abbondante acqua fredda possibilmente corrente (il raffreddamento che ne deriva contiene il danno anche perché riduce il rilascio di istamina nelle aree lesionate con contenimento dell'edema e

riduzione del senso di dolore legato alla tensione dei tessuti). Il raffreddamento va limitato ai primi 30 minuti dopo l'incidente per evitare di sconfinare nell'ipotermia.

Non devono essere apposti unguenti o creme sulla zona colpita se l'ustione ha una profondità superiore al I grado. Le aree lesionate dovrebbero essere ricoperte con garze sterili quando è possibile per evitare la contaminazione, e i pazienti andrebbero coperti per prevenire l'ipotermia che facilmente interviene in caso di ustione per perdita di calore corporeo, legata alla distruzione della barriera cutanea.

### **7. Trattamento sanitario in emergenza.**

All'arrivo dei soccorritori si procede al trattamento rianimatorio in emergenza che viene condotto secondo i principi dell'**ATLS (Advanced Trauma Life Support)**<sup>3</sup>.

Lo schema dell'ATLS prevede la valutazione delle funzioni vitali per priorità e a ogni step della valutazione clinica, l'operatore esperto decide le strategie di trattamento applicabili qualora riscontri la compromissione di una funzione vitale o una situazione ad alto rischio evolutivo che potrebbe successivamente complicare la clinica del paziente.

Lo schema è riassumibile dall'acronimo **ABCDE**.

Il punto A richiama l'attenzione ad "*Airway Management*", cioè alla gestione delle vie aeree. Nei pazienti vittime di ustioni da fuoco, l'esposizione alle alte temperature al volto può determinare rapidamente la comparsa di un edema dei tessuti esterni e rischio di comparsa di edema dei tessuti molli del cavo orale e delle coane nasali, che inficiano il passaggio di aria per la

respirazione. Segni evidenti di ustioni al volto di grado II e oltre, la difficoltà a parlare, con comparsa di raucedine postraumatica, stridore e di stress respiratorio, il danno alle strutture annessiali (peli, vibrisse, ciglia), il riscontro di ustioni al collo e al volto che possano alterarne la motilità sono segnali che pongono per i soccorritori esperti l'indicazione all'intubazione precoce dei pazienti per garantire la pervietà delle vie aeree prevenendo l'aggravamento precipitoso che potrebbe complicare l'esecuzione di certe manovre in emergenza.

Il punto B si ricollega a "*Breathing*" e quindi alla funzione respiratoria. Anche se non c'è un danno termico diretto al volto, la sindrome da ustione grave che compare rapidamente nei pazienti con ustioni di II grado con BSA > 30% e con ustioni di III grado con BSA > 15% può portare alla compromissione della funzione respiratoria, pertanto può essere utile che l'operatore valuti l'opportunità di intubare precocemente il paziente per prevenire il distress respiratorio e poter gestire la terapia infusione necessaria (cospicua nelle prime ore dopo il trauma) e una sedazione e analgesia adeguate.

I pazienti esposti al fuoco possono essere stati esposti all'inalazione di fumo che è uno delle maggiori fattori di aumentata morbilità e mortalità nei pazienti ustionati. La combinazione dell'inalazione del fumo con un'ustione di qualsiasi estensione raddoppia il rischio di mortalità legato alla lesione.

Il danno da inalazione è suddivisibile in tre componenti :

- Ostruzione delle vie aeree superiori: legato all'esposizione diretta al calore e alla comparsa dell'edema da risposta infiammatoria sistemica

---

<sup>3</sup> Committee of Trauma of American College of Surgeons, Advanced Trauma Life Support.

- Danno alle vie aeree inferiori: inalazione di prodotti di combustioni (fumo) particolati e non particolati (diossido di azoto e di zolfo, ammoniacca, fosgene e altri) che arrivano a contatto con l'epitelio delle vie aeree inferiori provocano un'irritazione chimica per liberazione di sostanze tossiche che provocano flogosi e broncospasmo. La fuliggine e i detriti da sfaldamento della mucosa danneggiata possono ostruire progressivamente le vie aeree. Per questi pazienti è pertanto raccomandata l'intubazione precoce e il mantenimento della ventilazione meccanica, e appena possibile una fibroscopia di toilette dell'albero bronchiale per rimuovere le parti di mucosa danneggiata.
- Intossicazione da monossido di carbonio e altri gas tossici: Il monossido di carbonio è un gas subdolo che per le sue proprietà può indurre un avvelenamento con morte nel sonno del paziente. Il suo forte legame con l'emoglobina può indurre una severa ipossia che crea nell'uomo gravi conseguenze fino all'*exitus* per concentrazione di carbosiemoglobina > 50%. Questo gas ha inoltre una forte affinità per alcuni nuclei del sistema nervoso centrale e per le cellule del miocardio per cui è possibile anche avere danni con ripercussioni a lungo termine a carico di questi apparati. Oltre a sostenere la ventilazione del paziente artificialmente quando il valore di carbosiemoglobina nel sangue è maggiore del 20 % si deve considerare di praticare Ossigeno Terapia Iperbarica.

Il punto C valuta “*Circulation*” quindi la funzione cardiocircolatoria del paziente. È importante tenere conto che pazienti vittime del fuoco possono spesso essere stati vittime di altri meccanismi di danno traumatico (esempio incidenti d'auto, scoppi, crolli), pertanto è necessario prevenire l'ipovolemia, e inquadrare più precocemente possibile se un eventuale ipotensione sia correlabile all'ustione o alle altre lesioni traumatiche. Nel periodo immediatamente successivo all'incidente, iniziano a attivarsi meccanismi di danno legati all'ustione, che possono provocare un'importante trasudazione di fluidi nell'interstizio tissutale con edema dei tessuti e concomitante ipovolemia, che può aggravarsi fino allo shock. E' pertanto fondamentale iniziare precocemente un reintegro volemico che acquista un ruolo prioritario per prevenire lo shock e le complicanze sistemiche che da questo ne derivano. E' fondamentale reperire uno o più accessi venosi sicuri e di grosso calibro, ma non è sempre un compito semplice perché spesso le zone più accessibili per l'incannulamento venoso possono essere state lesionate. Per una maggiore appropriatezza del ripristino volemico, si utilizzano delle formule create per calcolare rapidamente il fabbisogno infusionale delle prime 24 ore, che tengano conto del peso, dell'età del paziente e della superficie ustionata (escludendo dal conteggio la percentuale di superficie con ustioni di I grado).

*Formula di Parkland:*

Adulti	2-4 cc RL x kg PC x % BSA ustionata
Bambini - Infanti	3-4 cc RL x kg PC x % BSA ustionata
Bambini < 4 aa	aggiungere mantenimento con <b>D5RL</b>
Ogni kg tra 0-10 kg	+ 100 cc/kg/24h
Ogni kg tra 10- 20 kg	+50 cc/kg/24h
Ogni kg > 20	+ 20 cc/kg/24 h
<b>NB:</b> infusioni per le prime 24 h dall'incidente: metà nelle prime 8 ore, metà nelle successive 16 ore	

-RL Ringer Lattato , D5RL Destrosio5%+Ringer Lattato ( Soluzione ripolarizzante )

-BSA Body Surface Area ; PC Peso Corporeo

La più utilizzata è la Formula di Parkland che raccomanda che la metà del fabbisogno calcolato venga infuso entro le prime 8 ore dall'evento traumatico, per prevenire gli stati di shock da ustioni e tutti i danni secondari legata all'ipoperfusione tissutale. Quando è necessario si ricorre anche all'utilizzo di farmaci inotropi vasoattivi per sostenere l'emodinamica del paziente. L'infusione di liquidi per il mantenimento nelle ore successive viene regolato monitorizzando diversi parametri come i segni vitali del paziente, la Pressione Venosa Centrale (indice indiretto di riempimento volemico e cardiaco) e il Deficit di Base (indice indiretto dell'ipoperfusione tissutale, il peggioramento del deficit è legato all'aumento del metabolismo anaerobio dei tessuti periferici). Come regola generale e di facile monitoraggio, si valuta la diuresi oraria: valori di almeno 0,5-1 ml/kg per gli adulti e 1-2 ml/kg per i bambini sono indice di un buon livello di perfusione renale che è riferibile anche a un valore di perfusione sistemica sufficiente.

Il punto **D** è riferito a “*Disability*” e tiene conto della valutazione neurologica del paziente. In questi pazienti può essere necessario avere un buon esame neurologico, per considerare lo stato

di compromissione neurologica legato a un'eventuale intossicazione da inalazione di fumo e monossido di carbonio. Inoltre la collaborazione del paziente è utile per capire quale può essere il livello di compromissione della funzione respiratoria e cardiocircolatoria.

Il Punto **E** (“*Exposure*”) richiama l'attenzione a un esame completo del paziente ai fini di stimare in maniera più precisa possibile l'entità della lesione, con il richiamo, una volta eseguita la valutazione completa del paziente, alla prevenzione dell'ipotermia con mezzi fisici (infusioni calde, coperte termiche). Il paziente ustionato sviluppa rapidamente una condizione di ipotermia, legata alla mancanza di barriera epidermica e alla perdita di calore legata alla trasudazione.

## 8. Trattamento ospedaliero.

I pazienti ustionati devono essere ricoverati in centri specialistici appropriati al trattamento delle lesioni specifiche e della sindrome sistemica da ustione grave che insorge nelle ore successive al ricovero<sup>4</sup>.

Per questi pazienti è fondamentale un ricovero e monitoraggio presso reparti di terapia intensiva, nei quali vengono trattati i problemi legati alla compromissione delle funzioni vitali.

Molteplici sono gli aspetti da considerare. Le vittime del fuoco, come già è stato sottolineato, hanno una compromissione della funzione respiratoria per danno diretto e da inalazione, giungono in ospedale con una via aerea già posizionata (tubo oro-naso tracheale o cannula tracheostomica) pertanto necessitano un ricovero in un ambiente adeguato al monitoraggio e a

<sup>4</sup>Potenza B., *Burn injuries*, Trauma Critical Care, 2006.

garantire l'assistenza della funzione respiratoria tramite apparecchiature specialistiche. I pazienti sono ventilati meccanicamente con miscele ad alta concentrazione di Ossigeno, se gli scambi respiratori sono compromessi.

Durante le prime ore dall'ustione, deve essere garantito l'apporto fluidico (esempio Formula di Parkland) tramite infusione di cristalloidi; dopo le prime 24 ore si ricorre anche a rimpiazzo volêmico con l'utilizzo di emoderivati (sangue in toto e plasma) per compensare le perdite di pressione oncotica nei capillari legata alla perdita di proteine tramite il trasudato e l'emodiluizione con anemia relativa conseguente, che dipende dal fabbisogno di alti apporti di terapia infusioneale.

I pazienti ustionati hanno un alto rischio di sviluppare insufficienza renale legata al rilascio di mioglobina e altri cataboliti tissutali legati alla necrosi dei tessuti danneggiati che vengono rilasciati nel torrente ematico. L'incremento di queste sostanze e della ridotta perfusione renale possono indurre una necrosi tubulare acuta e indurre un'insufficienza renale acuta che richiede un trattamento sostitutivo (emofiltrazione).

Il metabolismo del paziente ustionato a causa dello stress traumatico, assume un atteggiamento fortemente catabolico con utilizzo di molti substrati nutritivi per liberare glucosio come risorsa energetica. Per contenere il danno catabolico, il clinico mantiene un apporto energetico e nutritivo appropriato per le condizioni generali del paziente, con un bilancio a favore del rapporto azotato per incrementare la percentuale di calorie provenienti da substrati proteici. In questa fase è fondamentale anche contenere lo stress sul paziente garantendo sedazione e analgesia per ridurre il rilascio di catecolamine legato agli stimoli stressogeni sul sistema nervoso centrale oltre a quelli che

provengono dalle zone lesionate. Per contenere i danni è importante rimuovere chirurgicamente i tessuti devitalizzati che incrementano il rischio di infezione e quindi possono sostenere lo stimolo stressogeno all'organismo.

Tra i trattamenti da attuare precocemente, oltre al sostegno delle funzioni vitali, può essere necessario intervenire chirurgicamente sulle lesioni. Spesso le vittime di ustioni sono sottoposte a interventi ripetuti durante il loro percorso verso la guarigione. Nelle prime fasi dopo l'incidente gli interventi più frequenti sono quelli di toilette/*debridement* delle aree ustionate e le escarectomie. L'intervento di escarectomia può essere una procedura da realizzare con urgenza in situazioni particolari, quando l'aspetto circonfenziale dell'ustione può peggiorare il quadro clinico (a livello toracico, l'escarectomia si rende necessaria per facilitare l'espansione della gabbia toracica, ostacolata dalla rigidità dell'escara che quindi inficia la funzione respiratoria; la presenza di escare circonfenziali possono indurre problemi di pervietà del letto vascolare o dei visceri cavi determinando il rischio di sindromi compartimentali a carico degli arti o ostruzioni ab estrinseco delle vie aeree superiori con conseguente perdita di pervietà al flusso dell'aria). I pazienti sono spesso sottoposti a interventi chirurgici in anestesia generale per l'esecuzione di delicate toilette delle aree necrotiche e per la rimozione delle vescicole. Si tratta di procedure che possono essere fortemente traumatiche, poiché si procede all'escissione estesa di tessuti devitalizzati, con conseguenti perdite ematiche e fluidiche molto abbondanti che possono scompensare l'equilibrio emodinamico e polmonare legato al ripristino volêmico delle perdite stimate e che quindi richiedono una gestione anestesologica e rianimatoria molto

accurata. Gli interventi di *debriedement* riducono il rischio di infezioni locali (il trasudato delle vescicole ricche di Prostaglandine si può infettare) che possono aumentare il rischio di sepsi gravi per traslocazione sistemica degli agenti infettivi e facilitano il procedimento di rigenerazione dagli strati di derma periferico.

Le ustioni di secondo grado profonde e tutte quelle di terzo grado devono essere trattate in maniera sollecita, con l'escissione chirurgica o con la rimozione dell'escara, meglio se eseguite entro i primi 4 giorni dall'ustione. L'escissione permette di rimuovere il tessuto devitalizzato, di evitare la sepsi al di sotto dell'escara e di ottenere una chiusura precoce della ferita, riducendo la durata del ricovero e migliorando il risultato funzionale. Le aree che non sono andate incontro a guarigione entro le 3 settimane richiedono l'escissione completa. L'ordine da seguire nel trattare le lesioni è funzione di alcune condizioni: se il danno è molto esteso e la sopravvivenza del paziente è a rischio, si devono rimuovere per prime le aree colpite più ampie, in modo da ridurre rapidamente il numero di ustioni aperte; le regioni corporee da trattare per prime e che rispondono bene agli innesti cutanei sono la schiena, il torace e l'addome; non si deve asportare, in una sola seduta, più del 30% di BSA, comprendendo anche le sedi di prelievo; quando invece l'escissione non è praticata in funzione della sopravvivenza del paziente ma a scopo estetico o di ottimizzazione del risultato funzionale, le escare vanno escisse secondo uno specifico ordine, dapprima a livello delle mani, successivamente degli arti superiori e infine a livello dei piedi e degli arti inferiori. Generalmente, le escare sul volto vanno operate in maniera conservativa, risparmiando quanto più tessuto molle è possibile; si raccomanda una rapida escissione delle escare presenti sul volto.

Dopo l'escissione, il letto lesionale richiede la copertura per mezzo di un innesto. Gli innesti possono essere rappresentati da autotrapianti (cute dello stesso paziente); allotrapianti (cute vitale prelevata solitamente da cadaveri); o xenotrapianti (cute di origine suina). Gli autotrapianti, che sono di tipo permanente, si possono trapiantare sotto forma di lembo continuo (un lembo cutaneo intero) o di innesti a scacchiera (uno strato di cute del donatore in cui vengono praticate piccole incisioni a intervalli regolari con un apposito strumento, permettendo quindi al trapianto di ricoprire un'area più ampia). Gli innesti a scacchiera si impiegano quando c'è scarsità di cute disponibile, ma non per ustioni con superficie < 20% di BSA. Tali innesti rimarginano con una superficie irregolare simile a un reticolo, a volte con una eccessiva reazione ipertrofica fibrosa. Di solito, nelle ustioni profonde, che interessano più del 40% di BSA, non è reperibile sufficiente materiale per eseguire autotrapianti, tuttavia, la cute può essere prelevata a più riprese dalla stessa sede, a intervalli di circa 14 giorni, aumentando così le possibilità supplementari di autotrapianto. Gli allotrapianti e gli xenotrapianti sono invece temporanei e possono essere rigettati precocemente nell'arco di 10-14 giorni, e devono quindi essere sostituiti con autoinnesti. Sono comunque indispensabili in quei pazienti che presentino ustioni massive, perché possono salvare loro la vita. Una valida alternativa è rappresentata dal sistema di reintegro cutaneo che utilizza uno stampo di rigenerazione artificiale del derma, lo stampo viene biodegradato nel momento in cui determina la formazione di un tessuto cutaneo completamente nuovo (definito neoderma), generato dagli elementi cellulari del paziente; il neoderma è un tessuto permanente.

Nei primi giorni dal trauma, è molto alto il rischio di complicanze che possono portare alla morte del paziente. Esistono complicanze infettive, coagulopatie, acidosi gravi, insufficienze di funzioni come quella renale e respiratoria con comparsa di complicanze che possono portare alla sindrome da insufficienza multiorganica come complicanza finale.

Un'altra importante parte del trattamento delle ustioni è nella Terapia Riabilitativa e Funzionale e nell'assistenza psicologica per il superamento dello Stress Post Traumatico (PTSD: *Post Traumatic Stress Disorder*). E' importante ricorrere precocemente alla fisioterapia. L'assunzione di posture corrette, le fasciature immobilizzanti, l'esercizio e gli indumenti compressivi possono aiutare a conservare la funzionalità della parte e a migliorarne l'aspetto

estetico. Le superfici cutanee soggette ai movimenti e alle tensioni maggiori (p. es., viso, mani, articolazioni, cosce, torace) sono quelle che più spesso vanno incontro alla formazione di cicatrici e di contratture. La chirurgia plastica-ricostruttiva si pone un duplice obiettivo: la restituzione della funzione d'organo che la ricerca di un aspetto psicologicamente accettabile delle aree lesionate.

Data la progressiva riduzione di mortalità nelle ustioni più estese legata al progresso della scienza medica e della tecnologia al suo servizio, la nuova sfida nel trattamento delle ustioni si apre nel campo del recupero funzionale e del contenimento degli aspetti deturpanti delle cicatrici residue, per un ritorno del paziente a uno stile di vita pieno e attivo con ritorno a una vita di relazione quanto più possibile vicina alla normalità.

*Fasi del moderno trattamento delle ustioni (tabella riassuntiva).*

FASE	DURATA	OBIETTIVI
Valutazione iniziale e fase di rianimazione	0-72 ore	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Trattamento secondo ABCDE</li> <li>• Identificazione delle lesioni</li> <li>• Rianimazione fluidica adeguata</li> <li>• Eseguire decompressioni delle estremità e del dorso</li> <li>• Iniziare nutrizione entrale precoce</li> </ul>
Exeresi iniziale e risoluzione biologica	1° - 7° giorno	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificare le lesioni che necessitano trattamento chirurgico</li> <li>• Escarectomie se necessarie</li> <li>• Copertura delle ferite temporanea o definitiva</li> </ul>
Chiusura definitiva delle ferite	7° giorno-6° settimana	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ricoprire le ferite con materiali permanenti</li> <li>• Trattare le ferite nelle zone delicate (volto, mani, piedi, inguine)</li> </ul>
Riabilitazione chirurgia ricostruttiva e reintegrazione	1° giorno - 2° anno	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Iniziare la mobilizzazione precoce, riabilitazione per prevenire le deformità</li> <li>• Trattamento delle cicatrici quando è possibile</li> <li>• Trattamento dell'<i>acute stress disorder</i> (ASD) e del <i>postraumatic stress disorder</i> (PTSD)</li> </ul>

**Bibliografia e siti Web.**

- ABA, American Burn Life Support, 2007.
- Committee of Trauma of American College of Surgeons, Advanced Trauma Life Support.
- Potenza B, *Burn injuries*, Trauma Critical Care 2006.
  
- [www.burnsurgery.org](http://www.burnsurgery.org)