

Verbrennungen

Viele Berufe bergen ein Risiko für Unfälle, welche Verbrennungen als Folge haben können. Ein Verbrennungstrauma entsteht durch thermische, elektrische oder chemische Unfälle und der damit entstehenden Schädigung der Haut. Ist der Hautschaden ausgedehnt (über zehn Prozent), kommt es auch zu allgemeinen Problemen, welche sämtliche Organsysteme betreffen. Diese Verbrennungserkrankung entsteht erst nach einigen Tagen, das Ausmass wird jedoch durch die Behandlung am Unfallort beeinflusst.

VON MARTIN BRÜESCH

In Europa gibt es ungefähr eine schwere Brandverletzung pro 20 000 Einwohner und Jahr, in den Vereinigten Staaten von Amerika schätzt man einen hospitalisierten Brandverletzten pro 5000 Einwohner und Jahr.

Am häufigsten sind Verbrennungen durch Feuer (50 Prozent), gefolgt von Verbrühungen (25 bis 30 Prozent), Explosionen (zehn Prozent), Elektroverbrennungen (acht bis zwölf Prozent) und Kontaktverbrennungen (circa zehn Prozent). Chemische Verletzungen sind sehr selten. Die Verteilung hängt aber von den geografisch verschiedenen Lebensgewohnheiten und den sozialökonomischen Strukturen ab.

Initiale Behandlung

Die initiale Behandlung richtet sich nach dem *ABCDE-Algorithmus* und unterscheidet sich nicht von der Behandlung anderer Verletzungsmuster. Ohne Zusatzverletzungen gibt es kurz nach dem Trauma selten ein *Airway-Problem* (Atemwegs-Problem). Schwellungen und damit verbundene Einengungen der Atemwege treten erst mit der Behandlung und der intravenösen Flüssigkeitsgabe bei erhöhter Durchlässigkeit der kleinen Blutgefässe auf. Da jeder Traumapatient während der initialen Behandlung Sauerstoff über eine Maske erhält, wird der potenziell erhöhte Kohlenmonoxid-Hämoglobinspiegel damit bereits therapeutisch angegangen. Beim Inhalations- oder Explosions-Trauma kann ein *Breathing-Problem* (Atmungs-Problem) leicht erkannt und mit Maskenbeatmung, gegebenenfalls Intubation oder Drainage eines Pneumothorax beherrscht werden. Bei der *Circulation* ist man häufig etwas verunsichert, aber auch hier gibt es keine Besonderheiten. Der Patient wird nach

klinischen Kriterien behandelt, diese erhalten Blutdruck, Pulsfrequenz, später Urinausscheidung und Laborparameter wie Milchsäurespiegel im Blut. Die bekannten Formeln zum Errechnen des Flüssigkeitsbedarfs gelten dabei nur als grobe Abschätzung und sollen verhindern, dass der sehr grosse Bedarf unterschätzt wird. Die *Disability* (Neurologie / Bewusstsein) ist häufig normal, ein eingeschränkter Bewusstseinszustand deutet bei Fehlen von Zusatzverletzungen auf eine zelluläre Sauerstoffunterversorgung hin und ist primär als Breathing-Problem zu werten. Die *Events und das Environment*, also was ist wo passiert, sind auch beim Verbrennungstrauma sehr wichtig und geben Aufschluss über das mögliche Verletzungsmuster.

Erst nachdem dieses primäre ABCDE abgeschlossen ist, und damit lebensbedrohliche Zustände erkannt und behandelt worden sind, geht man zur erweiterten Diagnostik und Behandlung über.

Sekundäre Behandlung

► Anamnese: Das Erheben der Anamnese (Krankengeschichte) ist fast immer möglich, da Brandverletzte auch bei ausgedehnten Verbrennungen wach und orientiert sind. Verwirrt oder gar komatös sind nur Verletzte nach Starkstromunfällen (>1000 Volt), mit Begleitverletzungen mit Schädelhirntraumen oder mit einer Kohlenmonoxid-Vergiftung. Viele Befunde können erst durch die anamnestischen Angaben gewertet und gewisse spezifische Komplikationen erst nach der Anamnese gezielt gesucht werden. Die Anamnese muss die Frage nach dem «Wie» und mit «Was», dem «Wo», dem «Warum» und dem «Wer» beantworten. Verbrühungen werden in der Tiefe meist unterschätzt, Verbrennungen nach Explosionen dagegen überschätzt. Chemische Verletzungen sehen lokal oft harmlos aus, können aber je nach Substanz lebensgefährlich verlaufen. Stromunfälle unterscheiden sich von den übrigen Unfällen in fast jeder Hinsicht und werden darum speziell besprochen. Alle Brandverletzungen in geschlossenen Räumen bergen die Gefahr eines Inhala-

tionstraumas und der Vergiftung mit Kohlenmonoxid in sich. Besonders gefährlich sind Verletzungen in Räumen, wo es zum Brand von Kunststoffen kommt. Brennende Kunststoffe entwickeln Gifte, die zu einem toxischen Lungenschaden führen.

Auf den ersten Blick mag es irrelevant erscheinen, ob die Ursache der Verbrennung ein Suizidversuch oder Unfall war. Erfahrungsgemäss ist aber die Prognose nach Suizidversuchen deutlich schlechter. Die Gründe dafür sind unklar, ebenso wie die schlechtere Prognose bei psychiatrischen Erkrankungen eine bekannte Tatsache ohne medizinische Erklärung ist. Etwa fünf Prozent der Verbrennungsunfälle ereignen sich während einer kurzen Bewusstlosigkeit (Absenz) oder bei einem epileptischen Anfall. Diese Erkrankungen haben im Gegensatz zu den Suizidversuchen und psychiatrischen Vorerkrankungen keinen negativen Einfluss auf die Heilung von Brandwunden.

Die schlechtere Prognose bei alten Menschen hat ihre Gründe in vorbestehenden Herz-Kreislauf-Problemen, in generell langsameren Heilungsabläufen und in der dünneren und somit für Hitzeschäden anfälligeren Haut. Eine schlechtere Prognose haben Patienten mit Alkoholmissbrauch, Diabetes mellitus (Zuckerkrankheit), Immunschwächen oder Krankheiten, welche chemotherapeutisch oder immunsuppressiv behandelt werden müssen. Bei den genannten Vorerkrankungen ist das Blutvergiftungsrisiko und damit die Sterblichkeit erhöht.

► Die Tiefe der Verbrennung ist für die Wundheilung und die chirurgische Behandlung entscheidend. Bis heute ist es mit keinem physikalischen oder chemischen Verfahren gelungen, die Verbrennungstiefe verlässlich zu messen. Es bleiben zur Beurteilung nur die mit den Sinnen erfassbaren Befunde, die subjektiv beeinflusst sind. Die sichere Klassifizierung in die bekannte prognose- und therapiebestimmende Gradeinteilung I°, oberflächlich II°, tief II° und III° bleibt also unsicher und entscheidend abhängig von der Erfahrung des Untersuchers. Der Un-



Dr. med. Martin Brüesch

ist Facharzt FMH für Anästhesiologie und leitender Arzt am Institut für Anästhesiologie des Universitäts-spitals Zürich.

erfahrene wird sich trotz der mehr oder weniger klaren Definitionen in der Gradingeinteilung häufig täuschen.

Temperaturen von über 52 °C schädigen die Zellen abhängig von der Expositionszeit. Bei einer Einwirkung von mehr als etwa zehn bis 20 Sekunden kommt es zum Zelltod. Zur Beurteilung der Brandwunden stützt man sich auf Beobachtungen der Farbe, ob sich eine Blase bildet oder die Stelle trocken ist, die Konsistenz, Schmerzen und allfällige Anhangsgebilde.

Ein nicht allen Untersuchern bekanntes Phänomen ist, dass die Rötung bei oberflächlich II° Verbrennungen wegdrückbar ist, ein Zeichen, dass die in der tieferen Dermis liegenden Kapillaren (kleine Blutgefäße) intakt sind. Die Rötung bei tief II° Verbrennungen ist kaum noch wegdrückbar, wegen Stase oder Gefäss-Verschlüssen der in der tieferen Dermis liegenden Kapillaren. Auch bei den seltenen III° Verbrennungen roter Farbe ist die Rötung nicht mehr wegdrückbar. Ist der Wundgrund feucht oder zeigt sich eine Blase, ist die Verbrennung immer II°. Danach muss differenziert werden zwischen oberflächlich oder tief II°. I° und III° Verbrennungen sind dagegen immer trocken. Oberflächlich und tief II° Verbrennungen sind von normaler, weicher Hautkonsistenz. Hart dagegen sind III° Verbrennungen wegen Eiweissdenaturierungen in der Dermis und der subkutanen Fettschicht.

Wegen der unmittelbaren Exposition der Nervenendigungen sind die oberflächlich II° Verbrennungen die schmerzhaftesten. Bei zunehmender Tiefe nimmt der Schmerz ab und fehlt bei III° vollständig.

Fehldiagnosen sind häufig und können folgenschwere Auswirkungen haben: Wird beispielsweise fälschlicherweise eine als oberflächlich II° beurteilte Verbrennung operiert, resultiert statt einer narbenlosen Abheilung unter konservativer Therapie eine sichtbare Narbe. Umgekehrt führt die Falschinterpretation einer tief II° Verbrennung als oberflächlich II° zu Zeitverlust durch konservative Therapie, zu erhöhtem Risiko der Wundinfektion mit Gefahr der Blutvergiftung und lokal zu einem funktionell sowie ästhetisch schlechteren Resultat.

Verbrennungen mit unklarer Tiefendiagnostik im Gesicht, an Händen, Dekolleté, Schulter und über Gelenken gehören in spezialärztliche Behandlung. Am einfachsten ist die Beurteilung direkt nach dem Unfall ohne Vorbehandlung mit farbigen Desinfektionsmitteln. Alle Brandwunden, die nach zehn Tagen nicht geheilt sind, müssen auch spezialärztlich abgeklärt werden.

► **Ausdehnung der Verbrennung:** Die Mehrzahl der Verbrennungsunfälle hat eine minimale Ausdehnung und lässt sich, bezogen auf die gesamte Körperoberfläche (KOF), in Prozenten kaum ausdrücken. Die therapeutischen Notwendigkeiten und Möglichkeiten sind entscheidend von der Ausdehnung der Verbrennung abhängig. Bei Verletzungen unter zehn Prozent ste-

hen therapeutisch die Funktion und Ästhetik im Vordergrund, da der Patient bei kleinen Ausdehnungen selten verbrennungskrank wird. Die Resultate sind – oder sollten es zumindest sein – bezüglich Ästhetik und Funktion besser als bei ausgedehnten Verbrennungen gleicher Tiefe.

Übersteigt die Ausdehnung 30 Prozent, wird die Verletzung abhängig vom Alter des Verletzten lebensbedrohlich. Therapeutisch steht in diesen Fällen das Überleben im Vordergrund, Funktionalität und Ästhetik treten in den Hintergrund. Die Ausdehnung bestimmt jetzt das therapeutische Vorgehen, weniger die Tiefe der Verbrennung, und intensivmedizinische Überlegungen müssen mit den chirurgischen in Einklang gebracht werden.

Um sich in der Notfallsituation einen raschen Überblick zu verschaffen, genügt zur Beurteilung der Verbrennungsausdehnung die 9er-Regel (siehe Box).

► **Begleitverletzungen:** Anhaltspunkte über die Wahrscheinlichkeit von Nebenverletzungen ergeben sich durch die Anamnese. Nach Autokollisionen, Starkstrom- und Blitzverletzungen finden sie sich am häufigsten. Vorhandene Begleitverletzungen werden gemäss den Regeln der Unfallchirurgie behandelt.

Ungünstig ist die Kombination eines Schädel-Hirn-Traumata (SHT) und einer Verbrennung: Jedes SHT birgt die Gefahr eines Hirnödems in sich, und dieses wird durch die Verbrennungsproblematik mit seiner zusätzlichen Ödemneigung noch verstärkt.

Kühlung

Die erste Notfallmassnahme nach einem Verbrennungsunfall ist das Kühlen der verbrannten Hautareale. Je rascher die Kühlung erfolgt, desto weniger wird das Gewebe durch das sogenannte Nachbrennen geschädigt, was ein Tieferwerden der Verbrennung im Sinne eines Sekundärschadens bewirkt. Die Kühlung ist nach jedem Verbrennungsunfall sinnvoll. Eine Ausnahme bilden lediglich die seltenst

vorkommenden chemischen Verletzungen mit elementarem Natrium, Kalium oder Lithium. Nach solchen Unfällen sollten die Wunden nicht mit Wasser in Kontakt kommen. Sorgfalt mit Wasser ist bei Elektrownfällen angezeigt: Man muss sich vergewissern, dass keine beschädigten elektrischen Leitungen in der Umgebung liegen und der Stromkreis zum Verletzten unterbrochen ist.

Das Kühlen verhindert nicht nur das Nachbrennen, es lindert auch nachhaltig die Schmerzen. Nach chemischen Verletzungen kommt zu der kühlenden Funktion des Wassers noch der positive Effekt der mechanischen Dekontamination des chemischen Stoffes dazu.

Gekühlt wird mit Leitungswasser, welches eine Temperatur von circa zwölf bis 16 Grad hat. Steriles Wasser ist nicht notwendig. Die Gefahr einer Wundkontamination mit Leitungswasser ist minimal, sicher aber das kleinere Übel gegenüber einer Zunahme der Verbrennungstiefe. Dringlichste Notfallmassnahme für Laien, Notfallärzte oder Verbrennungsspezialisten ist das Kühlen der Verbrennungswunden über 15 bis 20 Minuten mit Leitungswasser. Achtung: Bei Säuglingen, Kleinkindern und anästhesierten Patienten kann zu langes, unkontrolliertes Kühlen zur Unterkühlung mit der Gefahr von Herzrhythmusstörungen führen. Das Kühlen mit Eis ist verboten, weil dadurch die Wunde zusätzlich im Sinne einer Erfrierung geschädigt wird.

Zusätzliche Aufgaben des Rettungsteams

Das Rettungsteam hat bei Verbrennungsunfällen eine zentrale Funktion: Es beginnt mit der Therapie und entscheidet, ob die Behandlung ambulant oder stationär fortgeführt wird. Diese Entscheidung ist schwierig, da das Rettungsteam selten aus Verbrennungsspezialisten besteht. Zusätzlich erschweren panikartige Situationen an der Unfallstelle und die Unmöglichkeit, den Patienten zu entkleiden und damit



korrekt zu beurteilen, seine Arbeit.

Oberflächlich und tief II° Verbrennungen sind äusserst schmerzhaft. Das Kühlen mit Wasser genügt allein oft nicht zur Schmerzlinderung. Schmerzmittel müssen oral oder intravenös verabreicht werden. Tilidin (Valoron; beginnend mit 40 Tropfen), mit Wirkungseintritt nach fünf bis zehn Minuten, ist bei kleinflächigen Verbrennungen eine wirksame Hilfe. Bei ausgedehnten Verbrennungen werden intravenös Opiate, abhängig vom Körpergewicht des Patienten, eingesetzt. Injektionen in die Haut oder die Muskulatur helfen bei ausgedehnten Verbrennungen mit bekannter Schocktendenz nicht, da die Engerstellung der Gefässe und das generalisierte Ödem die Aufnahme des Medikamentes in den Blutkreislauf praktisch verunmöglichen.

Bei einer Ausdehnung von über 20 Prozent Verbrennung der KOF muss mit der Schocktherapie begonnen werden. Dazu sind ein oder mehrere periphere venöse Zugänge nötig. Zentrale Punktionen sollten wegen der bekannten Komplikationen am Unfallort nicht durchgeführt werden. Die klassischen Punktionsstellen (Hals, Arme, Hände) sind häufig verbrannt. Es ist sinnvoll, durch diese verbrannten Hautareale, die durch die Hitze praktisch steril sind, zu punktieren. Später, wenn die Verbrennungswunden infiziert sind, kann dort nicht mehr punktiert werden, und man kann dann auf gesunde Hautareale ohne Keimbesiedelung ausweichen.

Ideale Infusionslösungen sind Ringerlactat oder neuere balancierte Elektrolyt-Lösungen, keinesfalls Kolloide. Schon in der ersten Stunde nach dem Unfall verliert der Patient eine beträchtliche Menge an Flüssigkeit in den Zwischenzellraum (aufgrund einer Permeabilitätsstörung), als Wundwasser (über die Brandblase) und als Verdampfung (über die durch die Verbrennung zerstörten Hautareale). Bis der Notarzt am Platz ist, die Beurteilung erfolgt und die intravenöse Leitung gelegt ist, vergeht nicht selten eine halbe Stunde

Die 9er-Regel



Ausser den I° Verbrennungen, die nicht gezählt werden, werden alle anderen Grade gleich gewichtet zur

Gesamtausdehnung zusammengezählt. Die Handinnenfläche des Patienten entspricht 1% der KOF, dies zu wissen, ist bei der Berechnung kleinflächiger Verbrennungen hilfreich. Die Handfläche des Kleinkindes inklusive Finger entspricht etwa 1% der Körperoberfläche, beim erwachsenen Mann sind es 0,8%, bei der Frau 0,7%, allerdings nur bis zu einem Body Mass Index von 31. Die Handfläche ohne Finger entspricht etwa 0,5% der Körperoberfläche, dieses Mass wäre weniger altersabhängig und damit zuverlässiger für die Schätzung. Die 9er-Regel gilt nur für Erwachsene. Kinder haben andere Körperproportionen mit viel grösserem Kopf im Verhältnis zu den Beinen.

oder mehr. Nach dieser Zeit besteht bereits ein massives Defizit in der Flüssigkeitsbilanz, das aufgeholt werden muss. Deshalb lässt man das Ringerlactat ungedrosselt laufen. Die peripheren Katheter lassen ohne Druck nicht mehr als einen Liter pro Stunde passieren, was bei einer Ausdehnung von bis zu 50 Prozent in den ersten Stunden fast der idealen Menge entspricht. Bei schwersten Verbrennungen, Brandwunden im Gesicht und zirkulär am Hals, bei Verdacht auf Rauchinhalation oder Inhalation toxischer Gase, nach Elektroverbrennungen mit Koma und bei Patienten mit wesentlichen Nebenverletzungen stellt sich die Frage der notfallmässigen Intubation. Der Entscheid muss dem für den Transport verantwortlichen Arzt überlassen werden. Zu bedenken ist allerdings, dass eine Extubation in den folgenden 72 Stunden, also vor Abklingen des generalisierten Verbrennungsödems, unmöglich ist.

Nach der Notfallbehandlung am Unfallort erfolgt der Transport in einer möglichst sterilen, wärmeisolierenden Decke (Silberfolie), um eine Unterkühlung bei grosser Wundfläche zu vermeiden.

In der Notfallsituation ist für ambulante wie für stationäre Patienten verboten:

► Die prophylaktische Verabreichung von Antibiotika.

► Patienten mit bis zu 30 Prozent Verbrennungen können in zwei Dritteln aller Fälle ohne Gabe von Antibiotika behandelt werden. Eine ungezielte Antibiotikatherapie führt zu Keimresistenzen und Superinfektion mit Pilzen, welche bei Verbrennungspatienten häufig tödlich verlaufen.

► Unerwünscht sind Kolloide zur Schocktherapie.

► Sie können wegen der Permeabilitätsstörung nicht wirken und führen zu verstärktem und verlängertem Ödem.

► Verboten sind farbige und gerbende Desinfektionsmittel. Sie verunmöglichen eine korrekte Tiefenbeurteilung.

Schlussbemerkung

Sowohl das Verbrennungstrauma als auch die Verbrennungserkrankung hinterlassen lebenslang Spuren. Das Verbrennungstrauma bedarf sowohl psychisch wie auch physisch lebenslanger Therapie. Nebst aufwendiger Pflege der gethierschten Körperoberfläche sind regelmässig Folgeoperationen infolge von Narbensträngen und anderer funktioneller Defizite durchzuführen.

Die chronische Verbrennungskrankheit enthält Residuen der akuten Verbrennungskrankheit, im Sinne von eingeschränkten Organfunktionen. Der Patient ist von seinem Schicksal gezeichnet und bedarf einfühlsamer Betreuung ohne Zeitdruck.

Die Behandlung von Schwerverbrannten ist teuer. Einerseits handelt es sich um eine chronische, lebenslange Krankheit mit Einschränkung der Erwerbsfähigkeit, andererseits ist die monatelange Akuttherapie sehr kostenintensiv. Der Intensivstationsaufenthalt beträgt in der Regel mehrere Wochen bis Monate. Kunsthaut und Zellkulturen verursachen hohe Kosten.

Eine konsequente und zielgerichtete primäre Versorgung dieser Patienten verbessert für den Betroffenen die Überlebenschance und das ästhetische Ergebnis und reduziert gleichzeitig die Kosten einer sehr teuren Behandlung. ■

Mehr auf sicherheit-online.ch

Dieser Beitrag ist eine Zusammenfassung des Handouts des Autoren zu seinem Referat an der SVBS-Zentraltagung 2009 in Zürich. Als Quelle für das Handout und das Referat diente das Buch «Wegweiser Verbrennungen, Beurteilung und Behandlung von Verbrennungen bei Erwachsenen» von Walter Künzi und Volker Wedler.

Das vollständige Handout steht unter www.sicherheit-online.ch zum Download bereit. Suchen Sie nach «Verbrennungen». Es geht tiefer auf einzelne Teilbereiche ein, wie die verschiedenen Arten von chemischen Verletzungen.

Ausserdem werden Teile der sekundären Behandlung und der Prognose ausführlicher beschrieben.

Das Buch kann bestellt werden bei: IBSA, Institut Biochimique SA, CH-6915 Pambio-Noranco.

[sicherheit-online.ch](http://www.sicherheit-online.ch)
Das Sicherheitsportal der Schweiz

Bilder von Verbrennungsverletzungen gehen auch emotional unter die Haut. Eines möchten wir unseren Lesern trotzdem zeigen.