

Notfall Rettungsmed 2006 · 9:227–238
 DOI 10.1007/s10049-005-0789-4
 Online publiziert: 21. Februar 2006
 © Springer Medizin Verlag 2006

Redaktion

H.-R. Arntz · Berlin
 B. Dirks · Ulm
 U. Kreimeier · München
 U. Trebbe · Detmold
 C. Waydhas · Essen



CME.springer.de - Zertifizierte Fortbildung für Kliniker und niedergelassene Ärzte!

Die CME-Teilnahme an diesem Fortbildungsbeitrag erfolgt online auf CME.springer.de und ist Bestandteil des Individualabonnements dieser Zeitschrift. Abonnenten können somit ohne zusätzliche Kosten teilnehmen.

Unabhängig von einem Zeitschriftenabonnement ermöglichen Ihnen CME-Tickets die Teilnahme an allen CME-Beiträgen auf CME.springer.de. Weitere Informationen zu CME-Tickets finden Sie auf CME.springer.de.

Registrierung/Anmeldung

Haben Sie sich bereits mit Ihrer Abonnementnummer bei CME.springer.de registriert? Dann genügt zur Anmeldung und Teilnahme die Angabe Ihrer persönlichen Zugangsdaten. Zur erstmaligen Registrierung folgen Sie bitte den Hinweisen auf CME.springer.de.

**Online teilnehmen
 und 3 CME-Punkte sammeln**

Die CME-Teilnahme ist nur online möglich. Nach erfolgreicher Beantwortung von mindestens 7 der 10 CME-Fragen senden wir Ihnen umgehend eine Bestätigung der Teilnahme und der 3 CME-Punkte per E-Mail zu.

Zertifizierte Qualität

Diese Fortbildungseinheit ist zertifiziert von der Landesärztekammer Hessen und der Nordrheinischen Akademie für Ärztliche Fort- und Weiterbildung und damit auch für andere Ärztekammern anerkennungsfähig. Folgende Maßnahmen dienen der Qualitätssicherung aller Fortbildungseinheiten auf CME.springer.de: Langfristige Themenplanung durch erfahrene Herausgeber, renommierte Autoren, unabhängiger Begutachtungsprozess, Erstellung der CME-Fragen nach Empfehlung des IMPP mit Vorabtestung durch ein ausgewähltes Board von Fachärzten.

Für Fragen und Anmerkungen stehen wir Ihnen jederzeit zur Verfügung:

Springer Medizin Verlag GmbH
Fachzeitschriften Medizin/Psychologie
CME-Helpdesk, Tiergartenstraße 17
69121 Heidelberg
E-Mail: cme@springer.com
CME.springer.de

I. Jester¹ · H. Genzwürker² · A. Jester³ · S. Demirakca⁴ · K. L. Waag¹

¹ Kinderchirurgische Klinik, Universitätsklinikum Mannheim · ² Klinik für Anästhesiologie und Operative Intensivmedizin, Universitätsklinikum Mannheim

³ Klinik für rekonstruktive, plastische und Handchirurgie, BG-Unfallklinik Ludwigshafen

⁴ Kinderklinik, Universitätsklinikum Mannheim

Notfallmanagement bei kindlichen Verbrennungen

Zusammenfassung

Jährlich werden deutschlandweit über 6000 Kinder mit einer Verbrennung stationär in Krankenhäusern behandelt. Durch eine Verbesserung der Therapie wurde die Mortalität schwerstbrandverletzter Kinder in den vergangenen Jahren stark reduziert. Der Erfolg der Behandlung hängt nicht zuletzt auch von der richtigen Primärversorgung unmittelbar am Unfallort ab. Durch die geringe Inzidenz schwerer Brandverletzungen stellt die thermische Verletzung im Kindesalter eine besondere Herausforderung für den Notarzt dar. Die häufigsten Fehlerquellen bei der Erstversorgung dieser Kinder sind Unterkühlung durch zu lange Wundkühlung und fehlerhafte Wundversorgung, fehlende Analgosedierung und fehlerhafte Infusionsregime durch Fehleinschätzung der betroffenen Körperoberfläche. Der Arbeitskreis „Das schwerbrandverletzte Kind“ hat Therapieempfehlungen für die notärztliche präklinische Versorgung von brandverletzten Kindern erarbeitet, die vorgestellt werden.

Schlüsselwörter

Brandverletzung · Kinder · Notfallmanagement

Emergency management of burn injuries in children

Abstract

Every year, more than 6.000 children with burn injuries are treated in German hospitals. With improved therapy mortality of children with severe burns was greatly reduced in recent years. The success of in-hospital treatment depends on correct primary on-scene treatment. Due to the low incidence of severe burn injuries, thermal trauma in children poses a special challenge to the emergency physician. The most frequent mistakes in the treatment of these children are hypothermia caused by prolonged cooling and incorrect wound treatment, lack of analgesia and sedation, and incorrect infusion regimens caused by false estimation of involved body surface. Guidelines for the prehospital treatment by emergency physicians developed by a task force on treatment of children with severe burns are presented.

Keywords

Burn injuries · Children · Emergency Management

Lernziel

Nach Lektüre dieses Beitrags soll der Leser in der Lage sein:

- den Schweregrad thermischer Verletzungen bei Kindern korrekt einzustufen.
- die Therapie zielgerichtet durchführen zu können.
- adäquate Entscheidungen für die Weiterbehandlung zu treffen.

Die thermische Verletzung im Kindesalter ist eine der folgenschwersten Unfallarten. Aufgrund der insgesamt geringen Inzidenz stellt das brandverletzte Kind für den einzelnen Notarzt eine Ausnahmesituation dar. Dadurch steigt das Risiko für mögliche Fehler in der Primärversorgung.

Der vorliegende Beitrag stellt die prioritätenorientierte Erstversorgung des kindlichen Verbrennungsopfers unter Berücksichtigung der Empfehlungen des Arbeitskreises „Das schwerbrandverletzte Kind“ dar.

Thermisches Trauma

Kindliche Brandverletzungen stellen nach wie vor noch eine große Herausforderung für das gesamte medizinische Personal dar. Dabei ist durch ein besseres Verständnis der Pathophysiologie der Verbrennungskrankheit und das frühzeitige, an die Besonderheiten kindlicher Patienten adaptierte Management bei großflächigen Verbrennungen (>10% KOF) 2. und 3. Grades die Mortalität bei Kindern erheblich gesunken [8]. Insbesondere die Behandlung der Sepsis hat zu einer deutlichen Verbesserung der Überlebensrate in allen Altersklassen geführt [2]. Dazu beigetragen hat auch die Optimierung der lokalen Wundbehandlung und der chirurgischen Transplantationstechnik. Der Erfolg einer optimalen Behandlung brandverletzter Kinder hängt aber nicht zuletzt maßgeblich von der richtigen Primärversorgung der Verletzten am Unfallort bzw. von dem Transport in ein geeignetes Brandverletzentrum zur weiteren Behandlung ab [6, 12, 14]. Eine systematische Vorgehensweise kann dabei die initiale Stabilisierungsphase und das Management am Unfallort vereinfachen [3, 12].

Im Kindesalter handelt es sich bei den thermischen Verletzungen in über 90% der Fälle um Verbrühungen mit heißen Flüssigkeiten als Unfallursache. Betroffen sind zu fast 3/4 aller Fälle die Kinder im Alter von 1–3 Jahren, die typischerweise eine Tasse heißen Tee beim Hochziehen an der Tischdecke zu sich herunterreißen. In den vergangenen 5 Jahren haben vor allem die Unfälle mit Schnellwasserkochern durch das Ziehen der Kinder am herabhängenden Stromkabel dramatisch zugenommen. Das typische Verletzungsmuster besteht in einer Verletzung von Gesicht, Rumpf und Oberschenkel, der sog. **„Latzverbrühung“**.

Verbrennungen mit Feuer als Verletzungsursache oder aber andere Unfallursachen (Elektrotrauma und Kontaktverbrennung) spielen eher eine untergeordnete Rolle. Betroffen sind in der Gruppe der Verbrennungen die älteren Kinder (ab 10 Jahre), die überwiegend beim Zündeln in Kontakt mit Feuer geraten. Insbesondere der Einsatz von Brandbeschleunigern führt jedes Jahr zu erheblichen Verletzungen durch Verpuffungen vor allem im Gesichtsbereich.

In allen Fällen kommt es durch die Hitzeeinwirkung zur Schädigung der Haut mit unterschiedlicher Ausprägung, deren Einschätzung für das weitere Vorgehen große Bedeutung zukommt.

Diagnostik

Wichtig zur Entscheidung bezüglich der notwendigen Primärmaßnahmen ist die Erfassung des Ausmaßes der thermischen Verletzung sowie der Begleitverletzungen. Neben der Ermittlung der betroffenen Körperoberfläche ist die Einschätzung der Verbrennungstiefe von Bedeutung.

Der Erfolg der Behandlung brandverletzter Kinder hängt maßgeblich von der richtigen Primärversorgung ab

Unfallursache ist meist eine Verbrühung mit heißen Flüssigkeiten

► „Latzverbrühung“

Von Verbrennungen mit Feuer sind meist ältere Kinder betroffen

Entscheidend ist die Erfassung des Ausmaßes der thermischen Verletzung sowie der Begleitverletzungen

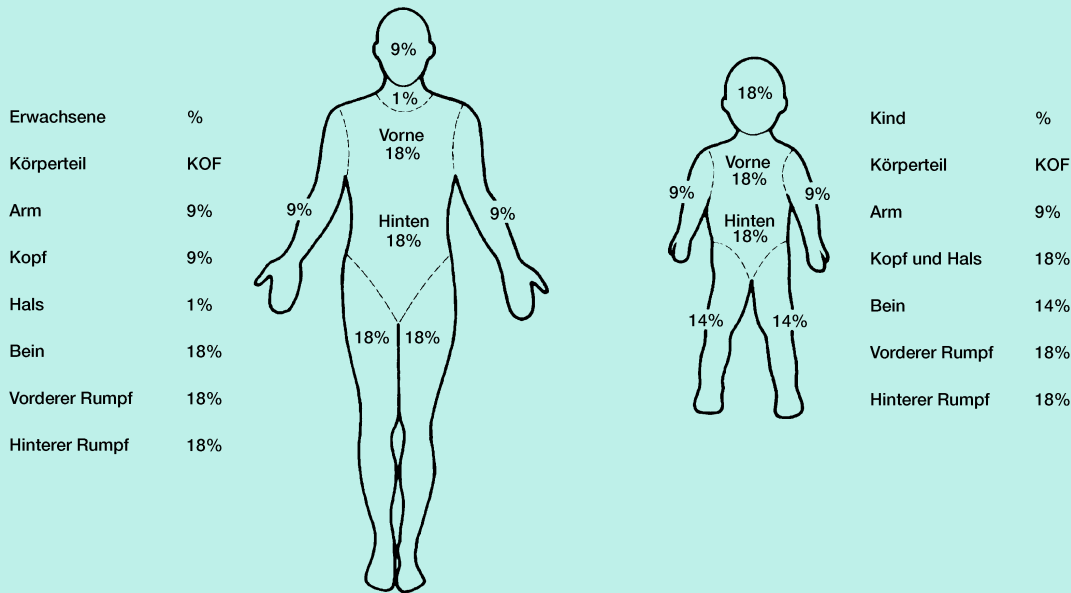
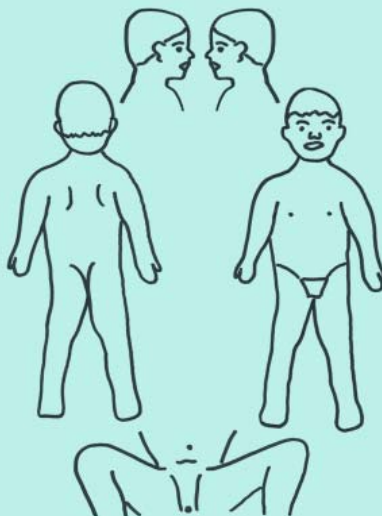


Abb. 1 ◀ Abschätzung der betroffenen Körperoberfläche (KOF) beim Kind und Erwachsenen

Erfassungsbogen Thermisches Trauma
Universitätsklinikum Mannheim



Einzeichnen:
 ■ Blau: II°
 ■ Rot: III°

Patientenaufkleber

Alter: _____ Jahre

Gewicht: _____ kg

Verbrennung %	Alter (Jahre)						Verbrennungsschwere		
	1-4	5-9	10-14	15	>15	I*	II*	III*	
Kopf	17	13	11	9	7				
Hals	2	2	2	2	2				
Rumpf vorn	13	13	13	13	13				
Rumpf hinten	13	13	13	13	13				
Re. Gesäßhälfte	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5				
Li. Gesäßhälfte	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5				
Genitalien	1	1	1	1	1				
Re. Oberarm	4	4	4	4	4				
Li. Oberarm	4	4	4	4	4				
Re. Unterarm	3	3	3	3	3				
Li. Unterarm	3	3	3	3	3				
Re. Hand	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5				
Li. Hand	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5				
Re. Oberschenkel	6,5	8	8,5	9	9,5				
Li. Oberschenkel	6,5	8	8,5	9	9,5				
Re. Unterschenkel	5	5,5	6	6,5	7				
Li. Unterschenkel	5	5,5	6	6,5	7				
Re. Fuß	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5				
Li. Fuß	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5				
Summe									

Abb. 2 ◀ Erfassungsbogen des Universitätsklinikums Mannheim zur Bestimmung der betroffenen Körperoberfläche bei kindlichen Verbrennungen

Ausdehnung

Die Ausdehnung der verletzten Körperoberfläche wird durch die prozentuale Berechnung der geschädigten Haut in Bezug auf die gesamte Körperoberfläche festgestellt. Hierzu hat sich die für Kinder modifizierte ► „Neuner-Regel“ (■ Abb. 1) oder besser noch die ► „Handregel“ (Handinnenfläche des Patienten =1% der Körperoberfläche) bewährt.

Auffälligstes Ergebnis mehrerer Studien in verschiedenen Ländern ist die Tatsache, dass die verletzte Körperoberfläche oft signifikant überschätzt wird [1, 7, 9]. In retrospektiven Analysen bei brandverletzten Patienten einschließlich Kindern in England und in Deutschland fand man, dass fast bei der Hälfte der Patienten ausgehend von der mittleren verletzten Körperoberfläche um 9% überschätzt wurde [1, 9]. Die Studien von Hammond et al. [7] und Collis et al. [5] konnten zeigen, dass das Maß der Überschätzung eines Verbrennungsausmaßes abhängig ist von der Größe der tatsächlichen Wunde. Je kleiner die verletzte Körperoberfläche und je jünger die verletzten Kinder sind, desto grö-

- „Neuner-Regel“
- „Handregel“

Die verletzte Körperoberfläche wird oft überschätzt

Tabelle 1 – Leitsymptom der Verbrennung

Verbrennungstiefe	Farbe Aussehen	Gewebe- struktur	Kapillar- füllung	Schmerz- empfindung	Abheilung	
1° oberflächlich epidermal	rot	normal	+	+	5–10 Tage ohne Narben	
2° oberflächlich dermal	rot, Blasen	ödematös	+	++	10–20 Tage, geringe Narben	
tief dermal	rosa oder weiß, Blasen	verdickt	+/-	+/-	25–60 Tage, narbig	
3° transdermal	weiß, braun	lederartig	-	-	keine Spontanheilung	
4° subkutan	verkohlt	Haut fehlt	-	-	keine Spontanheilung	

* aus: O. Braun-Falco, G. Plewig, H.H. Wolff (1995) Dermatologie und Venerologie. Springer, 4. Aufl.

Abb. 3 ► **Klinisches Bild der verschiedenen Verbrennungsgrade.** (Aus [16])

► **Körperoberflächennormogramm**

ßer ist das Ausmaß der Fehleinschätzung mit Überschätzung der exakten Wundfläche. Bei über der Hälfte aller Patienten mit einer verletzten Körperoberfläche unter 20% lagen die vor dem Transport geschätzten verletzten Wundflächen um 25% bis hin zu 100% über der tatsächlichen im Schwerbrandverletzentrum ermittelten geschädigten Körperoberfläche. Als Grund für die initiale Fehleinschätzung ist neben der schlechteren Beurteilbarkeit vor Ort (Rußverschmutzung etc.) sicher auch die geringere Erfahrung der Notärzte zu nennen.

Die Erfassung der thermischen Verletzungen in Dokumentationsbögen mit ► **Körperoberflächennormogrammen** für Kinder bzw. Erwachsene zur Beurteilung der verbrannten Körperoberfläche (■ **Abb. 2**) kann eine Fehleinschätzung vermeiden helfen. Das Mitführen geeigneter Formulare mindestens auf arztbesetzten Rettungsmitteln sollte erwo-gen werden.

Unfallmechanismus

Die thermischen Auswirkungen von Verbrühung und Verbrennungen unterscheiden sich in einigen Punkten, die Gradeinteilung ist aber identisch. Die feuchte Hitze bei der Verbrühung induziert in der Haut ein Ödem mit erheblicher Dickenzunahme und die Nekrose ist meist oberflächlicher. Verbrühungen mit heißem Öl, das stärker an der Haut haftet, sind oft ausgeprägter, da es noch zum „Nachbrennen“ kommen kann, wodurch bei zunächst oberflächlicher Beeinträchtigung eine erheblich tiefer reichende Schädigung resultiert.

Verbrühungen mit heißem Öl bewirken eine erheblich tiefer reichende Schädigung

Tiefengrade des thermischen Traumas

Die Tiefe einer Verbrennung oder Verbrühung (■ **Abb. 3**) ist neben dem Mechanismus abhängig von der Dauer der Hitzeeinwirkung, der Höhe der Temperatur und der betroffenen Körperstellen.

Grad I

Schmerzhafes Erythem infolge Ödem der Epidermis und Hyperämie des Koriums. In der Regel narbenlose Ausheilung.

Grad II

Ia. Blasenbildung durch unvollständige Nekrose der Epidermis und Exsudation eiweißreicher Flüssigkeit zwischen Korium und Epidermis. In der Regel narbenlose Ausheilung.

Ib. Tiefe dermale Verbrennung mit unterschiedlich ausgeprägter Schädigung des Koriums mit ersten Sensibilitätsstörungen. Regenerationsmöglichkeit ausgehend von den Hautanhangsgebilden, Ausheilung mit Narbenbildung je nach Tiefenausdehnung.

Grad III

Subdermale Verbrennung: alle Hautschichten und Anhangsgebilden mit weiß-brauner bis schwarzer Verfärbung der Haut, Analgesie der Haut! Nur selten Spontanheilung unter Ausbildung hypertropher Narben.

Grad IV

Kliniker unterscheiden noch die bis ins subkutane Gewebe (Fettgewebe, Faszien, Muskulatur, Nerven und Sehnen) reichende Zerstörung mit meistenten völlig verkohlter Oberfläche, wie sie vor allem bei Starkstrommarken entsteht.

Kühlung

Nach sofortiger Beendigung der Hitzeeinwirkung durch Rettung aus dem Gefahrenbereich hat die lokale Wundkühlung mit Wasser zweifelsfrei in der Initialphase der thermischen Verletzung einen positiven Einfluss auf die Erstversorgung. Sie hat in der Anfangsphase den besten analgetischen Effekt und verhindert durch eine Stabilisierung der Mastzellen der Haut eine Histaminausschüttung. Dadurch wird das Wundödem reduziert.

Die Kühlung sollte für maximal 10 min erfolgen und auf die verbrannten oder verbrühten Areale beschränkt werden [8]. Normal temperiertes Wasser (bis 20°C) sollte nur von Ersthelfern angewendet werden. Bei Eintreffen des Rettungsdienstes ist die Initialphase vorüber und weitere Kühlung verbessert den Zustand des Patienten nicht. Entsprechend besteht keine Indikation zur Anwendung von kommerziell erhältlichen Kühlsystemen (z. B. „BurnPac“).

Bei zu langer Kühlung geht die dabei entstehende ► **Hypothermie** mit einer signifikanten Erhöhung der Letalität einher [10, 11]. Nach den Ergebnissen der Studie von Lönnecker et al. [10] ergibt sich „ein um ca. 43% erhöhtes Sterblichkeitsrisiko für einen Patienten, der bei gleichem Lebensalter und gleichem Umfang der Brandverletzung mit einer um 1°C niedrigeren Temperatur aufgenommen wird“. Die Autoren stellten fest, dass neben einer Kaltwasserbehandlung insbesondere die Patienten in Narkose aufgrund der Beeinträchtigung der zentralen Thermoregulation erheblich hypothermiegefährdet waren. Sawada et al. [13] konnten nachweisen, dass eine Wundkühlung mit Eiswasser (<4°C) schädlicher für die nachfolgende Wundheilung war als keine Wundkühlung. Sie führten diese Beobachtung auf eine Vasokonstriktion und ischämische Nekrosebildung durch zu lange Kühlung mit zu kaltem Wasser zurück.

Eigene Daten belegen, dass fast 22% der intensivpflichtigen Kinder mit einer Körpertemperatur unter 35°C und somit unterkühlt in die Klinik eingeliefert wurden [9]. Dabei spielen unterschiedliche Faktoren eine Rolle. Zum einen wird häufig während des Trans-

Die lokale Wundkühlung hat in der Anfangsphase den besten analgetischen Effekt

Es besteht keine Indikation zur Anwendung von kommerziell erhältlichen Kühlsystemen

► Hypothermie

Eine Unterkühlung entsteht auch aufgrund von Transportverzögerungen

ports die Wundkühlung durch den Rettungsdienst fortgesetzt. Dabei kommen auch speziell hergestellte Kühlprodukte auf den Rettungswagen zum Einsatz. Eine Unterkühlung entsteht auch aufgrund von Transportverzögerungen, wenn verletzte Kinder zulange am Unfallort verbleiben, weil sich beispielsweise die Anlage eines peripheren Zugangs schwierig gestaltet. Das fehlende Monitoring der Körpertemperatur während des Transports begünstigt die Entstehung einer Hypothermie.

Therapieempfehlung

Die allgemeinen Therapieempfehlungen für Brandverletzte sehen vor, dass nach der Rettung des Verletzten aus dem Gefahrenbereich zunächst die **▶Vitalfunktionen** überprüft und wenn notwendig gesichert werden. Im weiteren Verlauf werden peripheren Zugänge zur Flüssigkeitssubstitution und Analgosedierung empfohlen. Die Wunden sollten keimarm und trocken abgedeckt werden. Hierbei können beschichtete Verbandmaterialien (z. B. Metalline-Folien) verwendet werden. Die Dokumentation und Behandlung von Begleitverletzungen sollte nicht vergessen werden (Sturzfolgen etc.).

Die Indikation zur Behandlung von Brandverletzten in einem **▶Zentrum** ist durch die Empfehlungen der Deutschen Gesellschaft für Verbrennungsmedizin (**■ Abb. 4**) geregelt. Der Arbeitskreis „Das schwerbrandverletzte Kind“ hat als Ergebnis einer Konsensuskonferenz die allgemeinen Therapieempfehlungen für Brandverletzte mit weiteren Empfehlungen speziell für Kinder ergänzt mit dem Ziel, die Versorgung pädiatrischer Patienten mit thermischem Trauma zu optimieren. Diese Empfehlungen sollen nachfolgend dargestellt und erläutert werden.

Venöser Zugang

Bei respiratorisch und hämodynamisch stabilen Kindern mit <10% verbrannter Körperoberfläche sollte kein **▶peripherenöser Zugang** gelegt werden, wenn das nächstgelegene Krankenhaus innerhalb von 30 min erreicht werden kann, um Verzögerungen zu vermeiden.

Die Indikation zur Anlage eines peripheren Zugangs hängt außer dem Ausmaß des thermischen Traumas auch von der Erfahrung des Notarztes ab: auch bei größerer Ausdehnung der betroffenen Körperoberfläche kann es sinnvoll sein, einen raschen Transport in eine geeignete Klinik anzustreben, anstatt durch langwierige Punktionsversuche Zeit vor Ort verstreichen zu lassen. Mehr als 3 Punktionsversuche sind selten sinnvoll.

Ist die Applikation von Medikamenten notwendig, sollte ein **▶intraossärer Zugang** erwogen werden, wenn Versuche zur Anlage eines i.v.-Zugangs gescheitert sind. Entsprechend den Empfehlungen zur kardiopulmonalen Reanimation von Kindern sollte ein Zeitraum von maximal 2 min zur Anlage eines venösen Zugangs bei respiratorisch und/oder hämodynamisch instabilen Kindern nicht überschritten werden. Gerade bei Kindern sollte auch eine **▶rektale Applikation** von Medikamenten erwogen werden.

Analgesie

Wie bei allen Notfallpatienten ist die suffiziente Behandlung von Schmerzen auch beim thermischen Trauma wichtiger Bestandteil der notärztlichen Versorgung. Zur Analgesie eignet sich beispielsweise Ketanest® S in einer intravenösen Dosis von 0,5 mg/kgKG. Diese Substanz hat den Vorteil, dass es bei niedriger analgetischer Dosis in der Regel zu keiner Atemdepression kommt. Die psychomimetische Wirkung (optische und akustische Halluzinationen) im Kindesalter ist umstritten, doch sollte Ketanest® S mit niedrigdosierten Benzodiazepinen kombiniert werden, z. B. Midazolam 0,025 mg/kgKG. Höhere Dosierungen von Benzodiazepinen können eine unerwünschte Atemdepression verursachen. Auch die rektale Applikation von Ketanest® S in einer Dosis von 5 bis maximal 15 mg/kgKG (zuverlässig, leicht applizierbar) ist bei

▶ Vitalfunktionen sichern!

Die Wunden sollten keimarm und trocken abgedeckt werden

▶ Brandverletztzentrum

▶ Peripherenöser Zugang

Mehr als 3 Punktionsversuche sind selten sinnvoll

▶ Intraossärer Zugang

▶ Rektale Applikation

Ketanest® S sollte mit niedrigdosierten Benzodiazepinen kombiniert werden

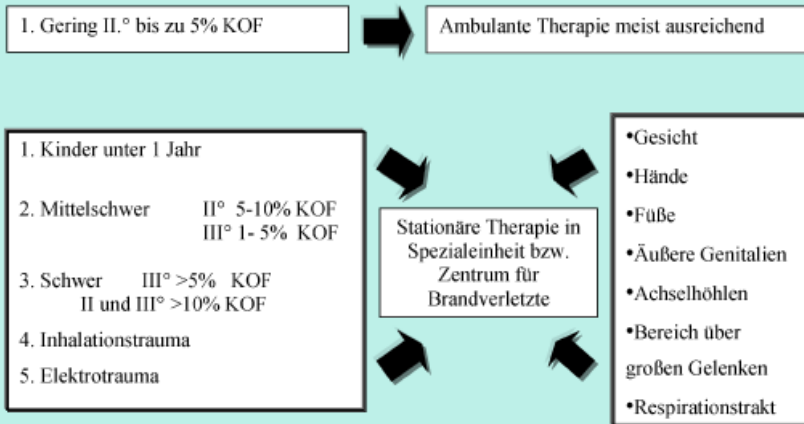


Abb.4 ▲ Empfehlungen der Deutschen Gesellschaft für Verbrennungsmedizin zur Behandlung brandverletzter Kinder (KOF: Körperoberfläche)



Abb.5 ◀ Schwerbrandverletztenzentren in Deutschland

Kindern möglich und sollte vor dem Hintergrund des oftmals schwierigen venösen Zugangs erwogen werden.

Andere Analgetika, die bei Kindern zur Behandlung starker Schmerzen im Rahmen eines thermischen Traumas eingesetzt werden können, sind ► **Opioidanalgetika** wie Fentanyl (0,5–1 µg/kgKG) oder Sufentanil (0,05–0,1 µg/kgKG). Hier muss allerdings die ausgeprägte atemdepressive Wirkung bedacht werden.

Infusion

Am ersten Tag nach einem thermischen Trauma steht die adäquate Flüssigkeitssubstitution im Vordergrund. Um Störungen des Elektrolythaushalts zu minimieren, sollte eine Überinfusion vermieden werden. Der Bedarf lässt sich anhand der ► **Parkland-Formel**, modifiziert nach Baxter, abschätzen:

► Opioidanalgetika

► Parkland-Formel

Die Hälfte der errechneten Infusionsmenge sollte in den ersten 8 h nach dem Unfall verabreicht werden

► Verbrennungsödem

Bei Begleitverletzungen steht die hämodynamische Stabilisierung im Vordergrund

Die Infusionsmenge sollte im weiteren Verlauf entsprechend der Urinausscheidung festgelegt werden

Eine Oligo- oder Anurie in den ersten 24 h weist meist auf eine zu geringe Flüssigkeitssubstitution hin

Die Indikation zur endotrachealen Intubation sollte sorgfältig überdacht werden

■ Erwachsene:

$4 \text{ ml Ringer-Laktat-Lösung} \times \% \text{ verbrannte Körperoberfläche} \times \text{kgKG über } 24 \text{ h.}$

■ Kinder:

$6 \text{ ml Ringer-Laktat-Lösung} \times \% \text{ verbrannter Körperoberfläche} \times \text{kg KG über } 24 \text{ h.}$

So beträgt zum Beispiel der Infusionsbedarf eines 20 kg schweren Kindes mit 25% verbrannter Körperoberfläche in den ersten 24 h $6 \text{ ml} \times 25 \times 20 = 3000 \text{ ml}$. Die Hälfte der errechneten Menge sollte in den ersten 8 h nach dem Unfall, die 2. Hälfte in den verbleibenden 16 h des ersten Tages verabreicht werden.

Daraus ergibt sich für die Infusionsmenge bei Kindern in der ersten Stunde (entspricht in etwa der präklinischen Versorgungszeit) ein Wert von $0,5\text{--}1 \text{ ml} \times \% \text{ verbrannter Körperoberfläche} \times \text{kg KG}$. Im genannten Beispiel sind dies bei einem 20 kg schweren Kind mit 25% verbrannter Körperoberfläche 250 bis 500 ml.

■ Infusion bei Kindern mit thermischem Trauma in der 1. Stunde:

$0,5\text{--}1 \text{ ml} \times \% \text{ verbrannter Körperoberfläche} \times \text{kgKG.}$

Dieses Vorgehen basiert auf der Überlegung, dass die Kapillarpermeabilitätssteigerung in den ersten 8 h ihr Maximum erreicht, dann zunehmend kleiner wird und sich das Kapillarleck nach 24 bis max. 36 h weitgehend wieder verschließt. Während dieser Zeit treten Wasser, Elektrolyte und Proteine aus den geschädigten und durchlässiger gewordenen Kapillaren ins Interstitium aus und führen zu dem sog. **► Verbrennungsödem**.

Eine Ausnahme beim Infusionsregime stellen die Patienten dar, die aufgrund von Begleitverletzungen (thermisches Trauma im Rahmen eines Unfalls oder einer Explosion) zusätzlich einer Schocktherapie bedürfen. Hier steht selbstverständlich die hämodynamische Stabilisierung im Vordergrund.

Die modifizierte Parkland-Formel für die Flüssigkeitssubstitution ist nur ein Anhaltspunkt. Studien von Cartotto et al. und Yowler et al. konnten zeigen, dass die benötigte Infusionsmenge durch die Parkland-Formel nicht selten unterschätzt wird [4, 15]. Die Autoren kamen zu dem Ergebnis, dass die ideale Infusionsmenge im weiteren klinischen Verlauf nur durch ein engmaschiges Monitoring der Urinausscheidung festgestellt werden kann. Bei Kindern sollte eine Urinausscheidung zwischen 1–1,5 ml/kgKG/h erreicht werden. Dennoch wird die Parkland-Formel von Cartotto et al. als „effektiv“ angesehen, da sie einen Richtwert für die benötigte Infusionsmenge gibt [4].

Da die Nieren in den ersten Tagen nach einem Verbrennungstrauma am empfindlichsten auf Veränderungen des kardiovaskulären Systems, des Wasser- und Elektrolythaushaltes und der Oxygenierung reagieren, stellen sie mit der Urinausscheidung den zentralen Parameter zur Beurteilung des Gesamtzustandes in der Akutphase dar. Eine Oligo- oder Anurie in den ersten 24 h weist in den meisten Fällen auf eine zu geringe Flüssigkeitssubstitution hin. In der Phase der präklinischen Erstversorgung bietet dieser wichtige Parameter aber keine Anhaltspunkte für das Vorgehen.

Intubation

Analog zur Anlage des periphervenösen Zugangs sollte die Indikation zur endotrachealen Intubation beim kindlichen Verbrennungspatienten sorgfältig überdacht werden, insbesondere wenn der Notarzt über keine oder geringe Erfahrung bei der Intubation von Kindern verfügt. Weniger invasive Methoden sollten ausgeschöpft werden. Solange der Patient respiratorisch stabil ist und die Oxygenierung sicher gelingt sowie kein Anhalt für ein Inhalationstrauma vorliegt, sollte dem raschen Transport in eine geeignete Klinik der Vorzug gegeben werden gegenüber der Narkoseeinleitung und Intubation.

Bei kurzen Transportwegen ins nächste Zentrum kann die Entscheidung gegen die Intubation sowohl aus Zeitgründen als auch zur Vermeidung intubationsbedingter Komplikationen (Fehlfrage etc.) sinnvoll sein, wenn keine ausreichende Erfahrung bei der Intubation von Kindern vorliegt. Selten wird es möglich sein, in angemessener Zeit einen erfahrenen Kollegen an den Notfallort zu bringen. Leichter dürfte es sein, in der nächs-

terreichbaren Klinik die Kollegen der Anästhesie in die Erstversorgung einzubinden und dann die Verlegung in ein geeignetes Zentrum zu organisieren.

— **Faustregel für Tubusgröße bei Kindern ab 2 Jahren:**
Innendurchmesser Tubus in mm: 4 + Alter des Patienten/4.

Generell sollte nach einem gescheiterten Intubationsversuch die Möglichkeit der ► **Maskenbeatmung** (und somit Oxygenierung) geprüft werden. Ist diese problemlos möglich, kann der kleine Patient entweder so transportiert werden, oder es können maximal 2 weitere Intubationsversuche mit modifizierter Technik erfolgen. Hierzu sollte sorgfältig überlegt werden, wodurch die Aussicht auf eine erfolgreiche Intubation erhöht werden kann. Eine weitere wichtige Option zur Sicherung des Atemweges im Notfall stellen ► **supraglottische Atemwegshilfen** wie Larynxmaske und Larynxtubus dar, die auch in Kindergrößen erhältlich sind.

Eine andere wichtige Alternative zur Beatmung gerade von Kleinkindern bei Intubationsproblemen ist die überbrückende Ventilation über einen in den nasal in den Rachenraum eingebrachten Endotrachealtubus ► **„Nasen-CPAP“**(¹). Der Mund und das andere Nasenloch werden verschlossen, und der kleine Patient kann beatmet werden – die Sicherung des Atemweges entspricht allerdings dem bei der Maskenbeatmung, und auch diese Technik bedarf entsprechender Erfahrung.

Bei einem Inhalationstrauma ist die rasche Intubation dringend anzustreben, doch sollte auch hier eine sorgfältige Risiko-Nutzen-Abwägung erfolgen.

Transport

Abhängig von der regionalen Infrastruktur sollte ein Kind mit thermischem Trauma in eine Klinik mit pädiatrischer Abteilung, ideal aber in ein Zentrum für brandverletzte Kinder transportiert werden, wenn die o. g. Indikationen gegeben sind. Die ► **Verbrennungsbettzentrale** in Hamburg gibt unter der Rufnummer (040) 2882 39 98, -99 rund um die Uhr Auskunft über freie Kapazitäten der deutschen Verbrennungszentren (■ **Abb. 5**). Die Abklärung sollte über die zuständige Rettungsleitstelle erfolgen, um das Personal vor Ort zu entlasten. Regelmäßig wird es sinnvoll sein, keine Wartezeiten am Einsatzort entstehen zu lassen, sondern besser ein geeignetes nahe gelegenes Krankenhaus anzusteuern, bis parallel die Übernahme und der Transport in ein Zentrum geregelt sind.

Der Transport eines kindlichen Verbrennungspatienten sollte in der Regel arztbegleitet erfolgen, um neben einer adäquaten Analgesie auch die Möglichkeit zur Stabilisierung der Vitalfunktionen bei Verschlechterung des Zustands zu gewährleisten.

► **Temperaturkontrolle** während des Transports und der Schutz vor Wärmeverlust (z.B. steriles Tuch, Decke, Rettungsdecke) tragen dazu bei, ein übermäßiges Absinken der Körpertemperatur zu erkennen bzw. gegensteuern zu können. Kinder sollten nicht vollständig entkleidet werden, nasse Kleidung (z. B. nach Kühlungsmaßnahmen durch Ersthelfer) sollte allerdings entfernt werden. Bei Bedarf sollte der Rettungswagen geheizt werden, um ein Absinken der Körpertemperatur zu verhindern. Keine Kühlungsmaßnahmen während des Transports!

Dokumentation

Über die übliche Dokumentation auf dem Notarztprotokoll hinaus mit Hergang, Ausgangsbefunden, getroffenen Maßnahmen und Verlauf empfiehlt sich beim kindlichen Patienten mit thermischem Trauma die Verwendung von Dokumentationsbögen zur Bestimmung der verletzten Körperoberfläche. Diese erlauben eine präzisere Abschätzung und erleichtern somit die Entscheidung für die Einleitung (oder Unterlassung) von Therapiemaßnahmen und die Festlegung der Transportpriorität sowie des Transportzieles. Die Vorhaltung entsprechender Dokumentationsbögen für Kinder und Erwachsene zumindest auf den arztbesetzten Rettungsmitteln ist empfehlenswert.

► Maskenbeatmung

► Supraglottische Atemwegshilfen

► „Nasen-CPAP“

Bei Inhalationstrauma ist die rasche Intubation anzustreben

► Verbrennungsbettzentrale

Der Transport sollte in der Regel arztbegleitet erfolgen

► Temperaturkontrolle

Dokumentationsbögen erleichtern eine präzisere Abschätzung der verletzten Körperoberfläche

Eine Antibiotikatherapie wird erst nach Vorliegen von klinischen Zeichen einer Entzündung begonnen

Die Indikation zur Gabe von Kortikosteroiden sollte sehr zurückhaltend gestellt werden

► Kolloidale Lösungen

Nicht indizierte Maßnahmen

Neben der übermäßigen Kühlung gibt es weitere Maßnahmen, die in der notärztlichen präklinischen Versorgung, aber auch während der Erstversorgung in Kliniken nicht indiziert sind.

Eine antibiotische Therapie sollte in der Frühphase nicht begonnen werden. Frische Verbrennungsareale sind in den ersten 24–36 h generell als keimarm und nicht infiziert anzusehen. Eine Antibiotikatherapie wird erst nach Vorliegen von manifesten klinischen Zeichen einer Entzündung begonnen. Eine Lokalthherapie von Wunden sollte unterbleiben.

Die Applikation von Kortikosteroiden ist ebenfalls nicht indiziert. Mehr als die Hälfte der Todesfälle sind auf Infektionen zurückzuführen, die aus dem Missverhältnis von Keimwachstum und reduzierter Infektabwehr resultieren. Daher sollte die Indikation zur Gabe von Kortikosteroiden sehr zurückhaltend gestellt werden und ausgesuchten Fällen vorbehalten bleiben. Einen Grenzfall stellt hier sicherlich das gleichzeitig bestehende Inhalationstrauma mit zunehmenden Atembeschwerden dar, das eine Nutzen/Risiko-Abwägung im Einzelfall erforderlich macht.

Die Gabe von ► **kolloidalen Lösungen** in der Akutphase des Verbrennungstraumas verursacht durch die Hyperosmolarität der Lösung einen zusätzlichen Austritt von freiem Wasser aus bereits geschädigten Zelle und sollte unterbleiben. Ausnahme sind die Patienten, die aufgrund der Begleitverletzungen (thermisches Trauma im Rahmen eines Unfalls oder einer Explosion) mit Elektrolytlösungen nicht ausreichend stabilisiert werden können.

Fazit für die Praxis

Durch die Fortschritte in der Behandlung von Brandverletzungen ist die Letalität von Kindern stark gesunken. Eine zusätzliche Verbesserung der Behandlung kann durch Anwendung der allgemeinen Empfehlungen zur Behandlung von Patienten mit thermischem Trauma und Kenntnis der speziellen Bedürfnisse von Kindern mit Verbrühung oder Verbrennung erreicht werden.

Korrespondierender Autor

Dr. I. Jester

Kinderchirurgische Klinik, Universitätsklinikum Mannheim gGmbH, Theodor-Kutzer Ufer, 68167 Mannheim
E-Mail: Ingo.Jester@kch.ma.uni-heidelberg.de

Interessenkonflikt: Es besteht kein Interessenkonflikt. Der korrespondierende Autor versichert, dass keine Verbindungen mit einer Firma, deren Produkt in dem Artikel genannt ist, oder einer Firma, die ein Konkurrenzprodukt vertreibt, bestehen. Die Präsentation des Themas ist unabhängig und die Darstellung der Inhalte produktneutral.

Literatur

1. Ashworth HL, Cubison TC, Gilbert PM, Sim KM (2001) Treatment before transfer: the patient with burns. *Emerg Med J* 18: 349–351
2. Barrow RE, Przkora R, Hawkins HK, Barrow LN, Jeschke MG, Herndon DN (2005) Mortality related to gender, age, sepsis, and ethnicity in severely burned children. *Shock* 23: 485–487
3. Beneker J, Martens D (2004) Die präklinische Versorgung von Verbrennungspatienten. *Intensivmedizin* 41: 543–554
4. Cartotto RC, Innes M, Musgrave MA, Gomez M, Cooper AB (2002) How well does the Parkland formula estimate actual fluid resuscitation volumes? *J Burn Care Rehabil* 23: 258–265
5. Collis N, Smith G, Fenton OM (1999) Accuracy of burn size estimation and subsequent fluid resuscitation prior to arrival at the Yorkshire Regional Burns Unit. A three year retrospective study. *Burns* 25: 345–351
6. Cupera J, Mannova J, Rihova H, Brychta P, Cundrle I (2002) Quality of prehospital management of patients with burn injuries – a retrospective study. *Acta Chir Plast* 44: 59–62
7. Hammond JS, Ward CG (1987) Transfers from emergency room to burn center: errors in burn size estimate. *J Trauma* 27: 1161–1165
8. Herndon DN, LeMaster J, Beard S et al. (1986) The quality of life after major thermal injury in children: an analysis of 12 survivors with greater than or equal to 80% total body, 70% third-degree burns. *J Trauma* 26: 609–619
9. Jester I, Jester A et al. (2005) Notfallmanagement bei der Primärversorgung kindlicher Verbrennungen. *Intensivmedizin* 42: 60–65
10. Lönnecker S, Schoder V (2001) Hypothermie bei brandverletzten Patienten – Einflüsse der präklinischen Behandlung. *Chirurg* 72: 164–167
11. Luna GK, Maier RV, Pavlin EG, Anardi D, Copass MK, Oreskovich MR (1987) Incidence and effect of hypothermia in seriously injured patients. *J Trauma* 27: 1014–1018
12. Mlcak R, Cortiella J, Desai MH, Herndon DN (1998) Emergency management of pediatric burn victims. *Pediatr Emerg Care* 14: 51–54
13. Sawada Y, Urushidate S, Yotsuyanagi T, Ishita K (1997) Is prolonged and excessive cooling of a scalded wound effective? *Burns* 23: 55–58
14. Sheridan R, Weber J, Prelack K, Petras L, Lydon M, Tompkins R (1999) Early burn center transfer shortens the length of hospitalization and reduces complications in children with serious burn injuries. *J Burn Care Rehabil* 20: 347–350
15. Yowler CJ, Fratianne RB (2000) Current status of burn resuscitation. *Clin Plast Surg* 27: 1–10
16. Braun-Falco O, Plewig G, Wolff HH (1995) *Dermatologie und Venerologie*, 4. Aufl. Springer, Berlin Heidelberg New York

Bitte beachten Sie:
 Antwortmöglichkeit nur online unter: **CME.springer.de**
 Die Frage-Antwort-Kombinationen werden online
 individuell zusammengestellt.
 Es ist immer nur eine Antwort möglich.

Fragen zur Zertifizierung

Welche Maßnahme ist bei der notärztlichen Erstversorgung einer kindlichen Brandverletzung *nicht* indiziert?

- Anlege eines peripheren Zugangs
- Keimarme Abdeckung der Wunden
- Analgosedierung
- Infusionstherapie mit kolloidalen Infusionen
- Schutz des Kindes vor Wärmeverlust während des Transports

Ein 2-jähriges Kind hat mit beiden Händen auf die heiße Herdplatte gefasst und sich dabei die Handinnenflächen drittgradig verbrannt. Wie gehen Sie bei der Erstversorgung vor?

- Abtragen nekrotischen Materials im Bereich der Wunden.
- Applikation von Kortikosteroiden, um ein Anschwellen der Finger zu vermeiden.
- Kühlung der Wunden in Eiswasser.
- Analgetische Therapie mit z.B. Ketanest® S.
- Beginn einer antibiotischen Therapie.

Ein 18 Monate altes Kind hat eine Kanne mit heißem Tee vom Tisch gezogen und sich dabei eine Verbrühung zugezogen. Betroffen sind die vordere Hälfte vom Kopf und der gesamte vordere Rumpf. Wie hoch schätzen Sie die verletzte Körperoberfläche (KOF)?

- 17% KOF
- 22% KOF
- 25% KOF
- 27% KOF
- 32% KOF

Welche Aussage trifft *nicht* zu? Eine drittgradige Verbrennung

- heilt spontan mit hypertropher Narbe ab.
- verursacht analgesiebedürftige (oder starke) Schmerzen.
- führt zu einer weiß-braunen bis schwarzen Verfärbung der Haut.
- ist eine subdermale Verbrennung.
- muss in der Regel mit Spalthauttransplantaten versorgt werden.

Ein 10-jähriger Junge hat sich beim Zündeln mit Feuer eine Verbrennung mit 50% betroffener Körperoberfläche zugezogen. Nach erfolgter Anlege eines intravenösen Zugangs entwickelt sich bereits während des Transports ein massives Ödem im Gesichts- und Halsbereich. Welche Maßnahme treffen Sie?

- Applikation von Lasix zur Diureseseigerung
- Gabe kolloidaler Infusionslösung
- Reduktion der Infusionsmenge
- Intubation des Patienten
- Gabe von inhalativen Kortikosteroiden

Welche Aussage trifft zu?

- Das thermische Trauma im Kindesalter ist eine häufige Einsatzindikation für den Notarzt, sodass umfangreiche Erfahrung problemlos erworben werden kann.
- Verbrühungen betreffen überwiegend Kinder im Schulkindalter und junge Erwachsene.
- Durch akzidentelles Übergießen mit heißem Wasser beim Herunterziehen von Wasserkochern kann es zu einer „Latzverbrühung“ kommen.
- Verbrennungen sind im Kindesalter weitaus häufiger als Verbrühungen.
- Die Primärversorgung hat keinen Einfluss auf den Behandlungserfolg beim thermischen Trauma.

Welche Maßnahmen sollten Sie bei einem Kind mit 40%-iger Verbrühung im Rumpfbereich nach 3 vergeblichen Versuchen zur Anlege eines peripheren Zugangs erwägen?

- Rektale Applikation eines Analgetikums.
- Intubation nach intramuskulärer Injektion eines Sedativums.
- Anlege eines zentralvenösen Katheters.
- Großflächige Kühlung des Rumpfbereichs zur Analgesie.
- Orale Flüssigkeitssubstitution zur Schockprophylaxe.

Welche Infusionsmenge innerhalb der ersten Stunde ist bei einem kreislaufstabilen 18 Monate alten Kind mit einem Körpergewicht von 11 kg mit 30% verbrühter Körperoberfläche sinnvoll?

- 55 bis 110 ml
- 165 bis 330 ml
- 355 bis 710 ml
- 500 bis 1000 ml
- 1000 bis 1500 ml

Welche Aussage zur endotrachealen Intubation trifft *nicht* zu?

- Die Indikation zur Intubation sollte auch von der Entfernung zur aufnehmenden Klinik und der Erfahrung des Notarztes abhängig gemacht werden.
- Der Innendurchmesser des passenden Endotrachealtubus kann bei Kindern mit der Formel „4 + Alter des Patienten/4“ abgeschätzt werden.
- Die Atemwegssicherung bei der Nasen-CPAP-Technik entspricht der bei einer Maskenbeatmung.
- Bei einem Inhalationstrauma besteht selten eine Indikation zur Intubation.
- Larynxmaske und Larynx-tubus stellen wichtige Alternativen zur Maskenbeatmung und Intubation dar.



Hier steht eine Anzeige.



Welche Aussage zum thermischen Trauma im Kindesalter trifft zu?

- Die Abklärung des Transportziels sollte erst nach Abschluss der Versorgung am Notfallort erfolgen.
- Jedes Kind mit einem thermischen Trauma sollte in ein Verbrennungszentrum transportiert werden.
- Nasse Kleidung sollte während des Transports belassen werden, um die Kühlungsmaßnahmen zu erleichtern.
- Das thermische Trauma im Kindesalter stellt die einzige Indikation für die präklinische Einleitung einer Antibiotikatherapie dar.
- Der Transport eines kindlichen Verbrennungspatienten sollte in der Regel arztbegleitet erfolgen.

Diese Fortbildungseinheit ist 12 Monate auf [CME.springer.de](https://www.cme.springer.de) verfügbar. Den genauen Einsendeschluss erfahren Sie unter [CME.springer.de](https://www.cme.springer.de).