



Die Akutversorgung Brandverletzter

Die qualifizierte Erstbehandlung bestimmt den Erfolg der weiteren Therapiemaßnahmen

H. v. Gregory, E. Gazyakan, G. Germann, M. Öhlbauer

Klinik für Hand-, Plastische- und Rekonstruktive Chirurgie – Schwerbrandverletzententrum, Berufsgenossenschaftliche Unfallklinik Ludwigshafen, Klinik für Plastische und Handchirurgie der Universität Heidelberg
(Chefarzt: Prof. Dr. G. Germann)

klinikarzt 2005; 34 (8+9): 241–248

Verbrennungen der Haut entstehen durch thermische, chemisch-physikalische oder elektrische Einflüsse. Die meisten Verbrennungen sind Bagatelverletzungen. Sie sind im notfallmedizinischen Krankengut daher mit einem Anteil von zirka 1% aller Einsätze vergleichsweise selten (38). Verbrennungen entstehen sowohl in Haushalt und Freizeit als auch im beruflichen Umfeld, wobei die Verteilung entsprechend dem Einzugsgebiet der versorgenden Klinik unterschiedlich ist. Die konsequente Aufklärung über Verletzungsgefahren und die Umsetzung protektiver Maßnahmen am Arbeitsplatz – hier ereignen sich etwa 25% aller schweren Verbrennungen – und zu Hause führte zu einem deutlichen Rückgang schwerer Verbrennungen (2, 12).

Da Brandverletzungen relativ selten sind, haben Notfallmediziner oft nicht die Chance, Routine im Umgang mit derartigen Verletzungen und ihren erheblichen, häufig lebensbedrohlichen systemischen Auswirkungen zu entwickeln. Deshalb folgt die Behandlung heute einem klar gegliederten Konzept, das die präklinische und klinische Behandlung von Brandopfern verbessern soll.

Die Prognose brandverletzter Patienten hat sich langfristig durch kontinuierliche intensivmedizinische

Die Akutversorgung von Brandverletzten stellt höchste Anforderungen an den Arzt, die Pflegekräfte und die Logistik zwischen Erstversorgung und weiterführender klinischer Behandlung. Da derartige Notfälle relativ selten sind, kann nur ein strukturiertes Vorgehen eine sichere und schnelle Versorgung gewährleisten. Gerade in einer qualifizierten Erstversorgung liegt der Erfolg für die weitere Therapie eines brandverletzten Patienten begründet. Auch wenn die Gesamtprognose von Schwerbrandverletzten immer noch unbefriedigend ist, lassen sich durch die Berücksichtigung der pathophysiologischen Grundsätze und vorausschauendes, interdisziplinäres Arbeiten der Heilungsverlauf sowie die Überlebenschancen im Einzelfall unmittelbar verbessern.

Fortschritte, wie zum Beispiel verlaufsadaptierte Infusionstherapien, potente Antibiotika, moderne Beatmungsregime und die „frühe Nekrektomie“, deutlich verbessert (2, 12). Jedoch konnte auch der rasche Wissenszuwachs der letzten zehn Jahre auf dem Gebiet der Immunologie und Mikrobiologie bislang nicht entscheidend zur Erhöhung der immer noch unbefriedigenden Überlebenschancen beitragen. Zum großen Teil beruht diese auf einem Multiorganversagen (MOV) bei generalisierter Sepsis (2, 19).

Unabhängig von der Verletzungsgenese wird im weiteren Verlauf allgemein vom „Brandverletzten“ gesprochen, da sich die notfallmedizinische Behandlung bei den unterschiedlichen Noxen in den Grundzügen ähnelt. Für die Spezialfälle der chemischen (Verätzungen) oder dermatologischen Notfälle (akute Epidermolysen) muss die Behandlung entsprechend angepasst werden.

■ Rettung und Lagerung

Da die unterschiedlichsten Ursachen zur Schädigung der Haut führen können, ist es gerade am Unfallort wichtig, möglichst viele Informationen über Unfallhergang, -zeitpunkt sowie das Umfeld und die Vorerkrankungen des Patienten zu sammeln (Angehörige, Hausarzt, Polizei). Dies liefert im Hinblick auf die spätere Behandlung entscheidende Detailinformationen. Bei der Rettung eines brandverletzten Patienten muss in besonderem Maße auf den Selbstschutz geachtet werden (Stromunfälle!), wobei technische Hilfsorganisationen wie Feuerwehr und Technisches Hilfswerk Hilfe leisten können. Bei Großschadensereignissen oder in Situationen, bei denen mehrere Personen Brandverletzungen erleiden, kann eine Akut- und Transporttriage erforderlich sein (39).

Direkt nach Eintritt des Verbrennungstraumas wird eine kurz-

Tab. 1 Zuweisungskriterien in ein Behandlungszentrum für Brandverletzte

- Verbrennungen zweiten Grades > 20%
- Verbrennungen dritten Grades > 10%
- Verbrennungen zweiten bis dritten Grades > 10% verbrannte Körperoberfläche bei Kindern < 10 Jahre oder Erwachsenen > 50 Jahre
- Verbrennungen zweiten bis dritten Grades von Gesicht, Genitalien, Händen, Füßen, Perineum oder größeren Gelenken mit zu erwartenden funktionellen oder kosmetischen Problemen
- Inhalationstrauma
- elektrische bzw. chemische Noxen
- Vorhandensein von Begleitverletzungen, wenn die Verbrennung das größte Trauma darstellt
- signifikante Vorerkrankungen
- unzureichende personelle bzw. materielle Infrastruktur der stationären Versorgung

zeitige, lokale Therapie mit Leitungswasser (10–20°C) oder feuchtkalten Tüchern ausgeführt. Dies dient ausschließlich der schnellen Schmerzlinderung und bei festklebenden Materialien der Senkung der lokalen Oberflächentemperatur unter die Grenze der Hitzeschädigung von etwa 50°C (3, 12). Sind bei Verbrennungen mehr als 20% der Körperoberfläche betroffen, wird diese Maßnahme wegen der Unterkühlungsgefahr nicht empfohlen – vielmehr ist dann der Wärmeerhalt des Patienten mithilfe einer Wärmeschutzfolie erforderlich (24). Die verbrannten Oberflächen werden vor Ort steril verbunden (z.B. Metalline®-Folien), Salbenverbände (Flam-

mazine®) finden präklinisch keinen Einsatz.

Die Lagerung richtet sich nach den Begleitverletzungen und gegebenenfalls den Vorerkrankungen. Der Transport erfolgt idealerweise umgehend per Rettungswagen oder Rettungshubschrauber in ein Verbrennungszentrum. Die Kriterien zur Einweisung des Patienten in ein Brandverletztzentrum orientieren sich an Tabelle 1, wobei in Deutschland die zuständige Rettungsleitstelle die regionale Verteilung der Patienten koordiniert. Auf überregionaler Ebene übernimmt die Bettenverteilungszentrale der Feuerwehr Hamburg (Tel.: 0 40/4 28 51-39 98; Fax: 0 40/4 28 51-42 69), die auch die Sekundärtransporte organisiert, diese Aufgabe (10).

Tab. 2 Aufnahmecheckliste

- Patientendaten
- Unfallzeitpunkt
- Unfallhergang
- Inhalationstrauma
- initiale Einschätzung (verbrannte Körperoberfläche, VKOF)
- Vigilanzstatus (Glasgow-Coma-Scale, GCS)
- Beatmungsparameter
- Größe bzw. Gewicht
- Aufnahmetemperatur
- Urinmenge bis zur Aufnahme
- Angehörige / primärversorgendes Krankenhaus
- Transportdauer
- Begleitverletzungen
- Vorerkrankungen
- medikamentöse Therapie
- Vitalparameter
- Zugänge und Katheter
- Kaltwassertherapie
- Flüssigkeitsmenge bzw. -art bis zur Aufnahme
- Impfstatus (Tetanus)

Stabilisierung von Atmung und Kreislauf

Die Stabilisierung der Vitalparameter antizipiert den Flüssigkeitsbedarf (16, 21) und das zu erwartende lokale und generalisierte Ödem. Beide Faktoren sind auch für ein adäquates, so genanntes „airway management“ wichtig. Die Entscheidung für oder gegen eine Intubation wird anhand des klinischen Gesamtbildes, des zu erwartenden Transportes (Dauer, Transportmittel) sowie der Weiterbehandlung sorgfältig abgewogen: Schwere Begleit- oder Mehrfachverletzungen, ein schwerer Schock und eine Vigilanz von unter acht Punkten in der Glasgow Coma Scale (GCS) zwingen meist zu frühzeitiger Intubation. Auch bei Verbrennungen mit mehr als 40% verbrannter Körperoberfläche (VKOF), die mit einer Beteili-

gung des Gesichtes einhergehen, Dyspnoe oder Hinweisen auf ein Inhalationstrauma (IHT) durch direkte thermische Einflüsse, Rauch, Reizgase oder toxische Substanzen muss die Indikation zur Intubation rechtzeitig gestellt werden. Ist erst eine laryngeale Schwellung eingetreten, ist die Intubation nicht mehr möglich, und es muss schließlich eine Notfalltracheotomie durchgeführt werden (2).

Der Hinweis auf ein Inhalationstrauma allein ist keine Indikation für eine Beatmung. Sowohl eine standardmäßige, „prophylaktische“ Intubation als auch die Gabe von systemischen, inhalativen oder lokalen Kortikoiden sollte vermieden werden. Eine Sauerstoffinsufflation mithilfe einer Sauerstoffmaske ist bei Verbrennungen mit mehr als 10% verbrannter Körperoberfläche generell zu empfehlen. Tritt eine Bronchospastik auf, kann mit lokalen oder systemischen Bronchodilatoren therapiert werden (Theophyllin, Beta-2-Sympathomimetika). Theophyllin unterstützt zusätzlich die mukoziliäre Clearance (2, 10, 20, 28, 30).

Ein Volumenmangelschock tritt bei Erwachsenen ab etwa 15, bei Kindern ab etwa 10% verbrannter Körperoberfläche ein, weswegen zwei großlumige, periphervenöse Zugänge gelegt und umgehend mit einer protokollierten Flüssigkeitstherapie mit Elektrolytlösungen begonnen werden sollte (16, 21). Arterielle und venöse Zugänge werden hierbei nach Möglichkeit nicht durch geschädigte Oberflächen gelegt (2, 12).

Die Flüssigkeitstherapie sollte mit Elektrolytlösungen (z.B. Ringer-Laktat) nach den üblichen Formeln (z.B. 4 ml/kgKG pro % VKOF/24h) eingeleitet (16, 21) und protokolliert werden. Dabei findet eine erste Einschätzung der verletzten Körperoberfläche (VKOF) für Erwachsene und Jugendliche mit der jeweiligen „Neuner-Regel“ nach Wallace oder der „Handflächenregel“ (Handfläche des Patienten entspricht etwa 1% VKOF) statt, während die Verbrennungstiefe am Unfallort nur orientierend eingeschätzt wird. Für Kleinkinder und

Säuglinge gilt aufgrund der unterschiedlichen Proportionen im Vergleich zu Erwachsenen eine andere Einteilung (Abb. 1) (2, 12). Vor allem bei kleinen und mittleren Verbrennungen sowie bei Kindern sollte unbedingt darauf geachtet werden, die Patienten nicht mit Flüssigkeit zu überladen.

■ Analgosedierung

Die medikamentöse Therapie beschränkt sich bei isolierten Brandverletzungen in der präklinischen Phase auf eine adäquate Analgesie und mögliche Sedierung vor allem bei den sehr schmerzhaften epidermalen und oberflächlich dermalen Läsionen. Gewichts- und wirkungsadaptiert kommen sowohl in der Rettungssituation als auch auf der Intensivstation Präparate wie Morphin, Piritramid oder Ketamin S sowie stärkere Opioide (z.B. Fentanyl) zum Einsatz (2, 12, 17, 27). Intramuskuläre oder subkutane Injektionen (außer einer Tetanus-schutzimpfung) sind kontraindiziert, da deren Pharmakodynamik bei den massiven Änderungen der Volumen- und Kreislaufsituation nicht vorherzusehen ist. Indikationen für Antibiotika bestehen in der Akutphase nicht (3, 11, 25, 32).

■ Patientenaufnahme

Nicht nur aus logistischen Gründen, sondern auch wegen der besonderen Anforderungen an die Behandlung Brandverletzter ist das moderne Verbrennungszentrum baulich isoliert von den übrigen Krankenhausräumlichkeiten und verfügt über einen eigenen Operationstrakt. Die Umsetzung strenger Hygienestandards ist eine der Grundvoraussetzungen zur Prophylaxe septischer Krankheitsverläufe (2).

Da die Auskühlung eines Brandverletzten am Unfallort und beim Transport oft beträchtlich ist, findet die Aufnahme in ein Verbrennungszentrum in einem geheizten Raum (35–40°C) statt. Die frühzeitige Kommunikation zwischen Notarzt und aufnehmendem Arzt ermöglicht die rechtzeitige Information begleitender Fachdisziplinen wie Anästhesie, Unfallchirurgie, Neurochirurgie und Augenheilkunde so-

Tab. 3 Schockraumprotokoll

1.	falls Beatmung erforderlich ist: Intubation, bei Verdacht auf ein Inhalationstrauma unmittelbar anschließend Bronchoskopie mit Bakteriologie und Fotodokumentation
2.	Monitoring (mittlerer arterieller Blutdruck, Pulsoxymetrie, Temperatur)
3.	vollständige Entkleidung des Patienten und Überprüfen der Zugänge
4.	umfassende (erneute!) körperliche Untersuchung: gerade Strommarken können leicht übersehen werden (Abb. 2)
5.	bei Kreislaufinstabilität oder der Unmöglichkeit einer nichtinvasiven Blutdruckmessung: Legen eines arteriellen Druckaufnahmekatheters durch ein unverletztes Areal, gegebenenfalls mittels Spezialkatheter für invasives Kreislaufmonitoring (Swan-Ganz-Rechtsherzkatheter, PiCCO®- oder COLD-System® (9))
6.	Legen eines mehrlumigen zentralvenösen Katheters durch ein unverletztes Areal unter streng sterilen Kautelen, Messung des zentralen Venendrucks
7.	Bestimmung des Ausgangsgewichts (Wiegen)
8.	Blutentnahme (Blutgase mit Kohlenmonoxid-Hämoglobin, großes Blutbild, Gerinnungsprofil (Quick, aktivierte partielle Thromboplastin-Zeit (APTT), Fibrinogen, Antithrombin III, etc.), Elektrolyte, Leberprofil (Glutamat-Oxalat-Transaminase (GOT), Glutamat-Pyruvat-Transaminase (GPT), gamma-Glutamyl-Transpeptidase (gamma-GT), alkalische Phosphatase, Cholinesterase, Bilirubin etc.), Kreatinin, Harnstoff, Gesamtprotein, Albumin, Schilddrüsenprofil, Hepatitisserologie, gegebenenfalls Alkohol- und Drogenscreening, Blutgruppe, Kreuzblut. Bei Stromverletzungen zusätzlich: Troponin, Creatinkinase, Creatinkinase-Isoenzym MB
9.	Abstrichentnahme von allen Wundarealen, Mund, Nase, Leiste, insbesondere wenn das Trauma länger als 24 Stunden zurückliegt oder der Patient sekundär zuverlegt wird
10.	Rasur im Bereich der verbrannten Areale, bei Verbrennungen im Gesicht auch des Haupthaars
11.	vollständiges Abwaschen des Patienten mit warmer desinfizierender Lösung (Saflon®, Hibicet® 3,5% o.ä.); festhaftende Partikel (z.B. Fett, Teer) vorsichtig entfernen, nicht mit Lösungsmitteln ablösen; bei Verätzungen ausreichende Spülung mit warmem Wasser (außer Kontraindikation) eventuell vorziehen, um Fortschreiten der Reaktion zu verhindern
12.	exakte Bestimmung des Verbrennungsausmaßes, der Lokalisation und -tiefe (Tab. 5), Dokumentation sowohl in Zeichnung als auch fotografisch
13.	Adaptation der Flüssigkeitstherapie nach Klinik, Verbrennungsausmaß und Aufnahme-gewicht mit Ringerlaktat
14.	bei einer verbrannten Körperoberfläche > 15%, Bewusstlosigkeit oder zu erwartender Langzeit-Intensivtherapie: Anlage eines suprapubischen Blasenkatheters, ansonsten gegebenenfalls transurethraler Katheter (maximal eine Woche) zur exakten Bilanzierung
15.	Urinstatus
16.	gegebenenfalls Tetanussimultan/-auffrischimpfung
17.	gegebenenfalls Legen einer Magensonde zur frühen intragastrischen Ernährung
18.	Elektrokardiografie (EKG)
19.	Escharotomie (s.u.)
20.	Röntgenthorax: Zeichen für Inhalationstrauma, Lagekontrolle von Trachealtubus, zentralvenösem Katheter und Magensonde
21.	Durchführung von spezifischen Röntgenaufnahmen bei Verdacht auf knöcherne Begleitverletzungen
22.	Verband aller Areale mit Flammazine®, vierlagig Fettgaze, synthetische Watte, halbelastische Binden (nicht zirkulär!), gegebenenfalls Thoraxverband. Ausnahme: akute Epidermolysen: Verband ausschließlich mit hochgereinigter Vaseline und Vaseline-Gaze ohne Zusatzstoffe
23.	Lagerung im Verbrennungsbett (mehrlagige Schaumstoffmatratze) und externe Aufwärmung zum Beispiel durch Warmluftdecken

wie zum Beispiel bei Chemieunfällen die Veranlassung spezieller Schutzmaßnahmen für das Personal (Tab. 2). Die Aufnahme erfolgt – standardisiert nach einem Schock-

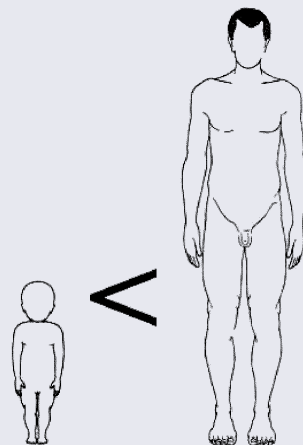
raumprotokoll – umfassend und zügig durch ein Team von vier bis fünf Personen im Schockraum: Neben dem Aufnahmearzt gehören hierzu Fachschwester/-pfleger, Anästhe-

Dieses Dokument wurde zum persönlichen Gebrauch heruntergeladen. Vervielfältigung nur mit Zustimmung des Verlages.

Abb. 1 Oberflächeneinteilung beim Kleinkind und Erwachsenen

Verbrennung	Erwachsene
Kopf	7
Hals	2
Rumpf (vorne)	13
Rumpf (hinten)	13
Gesäßhälfte (rechts)	2,5
Gesäßhälfte (links)	2,5
Genitalien/Damm	1
Oberarm (rechts)	4
Oberarm (links)	4
Unterarm (rechts)	3
Unterarm (links)	3
Hand (rechts)	2,5
Hand (links)	2,5
Oberschenkel (rechts)	9,5
Oberschenkel (links)	9,5
Unterschenkel (rechts)	7
Unterschenkel (links)	7
Fuß (rechts)	3,5
Fuß (links)	3,5

Kleinkind	Erwachsener		
Kopf	19%	Kopf	9%
Arme je	9,5%	Arme je	9%
Körper vorn und hinten je	16%	Oberkörper vorn und hinten je	9%
		Unterkörper vorn und hinten je	9%
		Damm	1%
Beine je	15%	Beine vorn und hinten je	9%



sist, Anästhesieschwester/-pfleger und ein „Springer“ (Tab. 3) (10).

Die gebräuchlichsten Scores zur Einschätzung der Prognose sind der „Abreviated Burn Severity Index“ (ABSI) und der Baux-Score (Alter + VKOF %), wobei in den großen Zentren heute zusätzlich prognoseverschlechternde Faktoren wie etwa Alkohol- und Nikotinabusus sowie vorbestehende internistische Erkrankungen in die Beurteilung mit einfließen (Tab. 5) (4, 9, 14).

Flüssigkeitstherapie und hämodynamisches Monitoring

Die Indikation zum Einsatz von Katecholaminen wird heute in der Initialphase eher eng gestellt. In den ersten 24 Stunden wird die Gabe von Alphanimetika wie Adrenalin und Noradrenalin vermieden, da diese durch eine Vasokonstriktion in der Niere und im Randgebiet der noch intakten kapillären Endstrombahnen eine Organdysfunktion, Minderdurchblutung oder ein „Abtiefen“

der Verbrennung hervorrufen können. Geeigneter erscheinen Katecholamine, die selektiv (Dobutamin) oder unspezifisch (Dopexamin) auf Betarezeptoren wirken und somit bei suffizienter intravasaler Volumensituation die Auswurfleistung erhöhen können, ohne die Mikroperfusion negativ zu beeinflussen (3, 18, 27).

Eine adäquate Primärtherapie sowie eine ausreichende, an die individuellen Bedürfnisse des Patienten angepasste Flüssigkeitstherapie in der Frühphase nach einer Verbrennung sind wesentliche Voraussetzungen für die erfolgreiche chirurgische und intensivmedizinische Therapie des Brandverletzten (5).

Die Flüssigkeitstherapie erfolgt auf der Basis der bekannten Formeln (Tab. 6), bevorzugt mit isotonen kristalloiden Lösungen, wobei die Substitutionsmengen oftmals erheblich von den Formeln abweichen. Elektrolytlösungen werden, wenn möglich, während der ersten 24 Stunden nach dem Trauma vermieden (12, 13, 16). Nur wenn der Patient nicht oder nur

unter dauerhafter massiver Infusion von Elektrolytlösungen zu stabilisieren ist, werden in Ausnahmefällen frühestens nach acht Stunden Kolloide eingesetzt. Dies ist häufig bei großflächigen Verbrennungen in Kombination mit einem Inhalationstrauma erforderlich (5, 16, 23).

Die Therapie wird heute anhand des mittleren arteriellen Drucks (MAD) und einer bilanzierten Flüssigkeitssubstitution gesteuert. Die Ausscheidung wird dabei auf Werte zwischen 0,5 und 1,0 ml/kg/h und der MAD > 70 mmHG eingestellt (1, 12, 34). Erzielt die Flüssigkeitstherapie, gesteuert anhand dieser Vitalzeichen, nicht den gewünschten Effekt, liefert ein erweitertes hämodynamisches Monitoring wertvolle zusätzliche Informationen. Dies ist spätestens ab einem ABSI-Score von sieben, einer verbrannten Körperoberfläche von über 30%, der Unterstützung durch Katecholamine, initial hypothermen oder pulmonal und kardiovaskulär vorbelasteten Patienten empfehlenswert (2, 15, 16, 21). Bei Inhalationstraumata, kardiopulmonalen Erkrankungen sowie einer verbrannten Körperoberfläche von mindestens 50% sollte dieses Vorgehen zum Standard der Intensivtherapie eines Schwerverbrannten zählen.

Hierfür können in seltenen Indikationen der Swan-Ganz-Katheter oder in zunehmendem Maße weniger invasive transkardiopulmonale Indikatordilutions-Methoden (PiCCO®-System) eingesetzt werden. Angestrebt wird eine hyperdynamie, supranormale Kreislaufsituation mit hohem Herzindex (4,5–5,5 l/min x m²), hohem Sauerstoffangebot (DO₂ l > 600 ml/min/m²) und niedrigem Gefäßwiderstand (900–1100 dyn x sec x m²/cm²), die innerhalb der ersten Stunden nach dem Trauma erreicht werden soll (5, 15, 16, 21, 22).

Operative Therapie Escharotomie

Sind bei Extremitäten, Fingern und Zehen mindestens zwei Drittel der Zirkumferenz betroffen (Verbrennungsgrad 2a und mehr) sollte die Indikation zur Escharotomie überprüft werden (Tab. 6) (29, 31). Dies gilt auch für Thorax und Abdomen, wenn durch straffe Verbren-

nungsnekrosen die Thoraxexkursionen und damit die pulmonale Compliance signifikant eingeschränkt sind. Im Falle großflächiger Verbrennungen am Abdomen muss durch die Escharotomie einem abdominellen Kompartmentsyndrom vorgebeugt werden. Die Escharotomie wird mit der monopolaren Rochester-Nadel im Schockraum durchgeführt. Die Schnittführung hat sich an funktionellen Gesichtspunkten zu orientieren (Abb. 2) und wird durch Dermis oder Eschar geführt (Abb. 3). Das Durchtrennen des gesamten subkutanen Fettgewebes bis auf die Muskelfaszie ist nicht notwendig.

An den Fingern ist besonders auf die latero-palmar verlaufenden Gefäß-Nervenbündel zu achten, die nicht verletzt werden dürfen. Den Eingriff sollte ein handchirurgisch erfahrener Chirurg vornehmen (31). Die escharotomierten Extremitäten müssen im Anschluss regelmäßig auf ihre Durchblutung hin kontrolliert werden. Besonderes Augenmerk ist auf sorgfältigste Blutstillung zu legen, was durch exaktes Kauterisieren und die Einlage von Hämostyptika (z.B. Tabotamp®) ermöglicht wird.

Sofern zusätzlich der Verdacht auf ein muskuläres Kompartmentsyndrom (z.B. aufgrund vorhandener Begleittraumata, Stromdurchfluss oder Verbrennungen vierten Grades) besteht, werden anschließend im vorgeheizten OP die Faszien spaltung sowie sonstige operative Versorgung, wie beispielsweise Repositionen oder Amputationen durchgeführt. Notwendige Osteosynthesen sollten so früh wie möglich in definitiver Verfahrensweise angelegt werden, da im Initialstadium die Verbrennungswunden noch steril sind, was das pflegerische Handling im Anschluss sehr erleichtert (6, 33).

Nekrektomie und Hauttransplantation

Die plastisch-chirurgische Versorgung wie Nekrektomie (tangential, epifaszial) und Deckung findet im Allgemeinen nicht vor dem zweiten posttraumatischen Tag statt. Im Einzelfall hängt sie aber von der klinischen Situation und dem Patienten-

Tab. 4 Abbreviated Burn Severity Index (ABSI)

Geschlecht	männlich	1 Punkt
	weiblich	0 Punkte
Inhalationstrauma		1 Punkt
drittgradige Verbrennungen		1 Punkt
verbrannte Körperoberfläche	1–10%	1 Punkt
	11–20%	2 Punkte
	21–30%	3 Punkte
	31–40%	4 Punkte
	41–50%	5 Punkte
	51–60%	6 Punkte
	61–70%	7 Punkte
	71–80%	8 Punkte
	81–90%	9 Punkte
	91–100 %	10 Punkte
allgemeine schwere Erkrankungen		je 1 Punkt
Gesamtpunktzahl	Lebensbedrohung	Überlebenswahrscheinlichkeit
2– 3	sehr gering	99%
4– 5	wenig	95%
6– 7	wenig bedrohlich	80–90%
8– 9	ernst	50–70%
10–11	bedrohlich	20–40%
11–13	maximal hoch	0–10%

tenprofil ab und kann auch am Aufnahmetag erfolgen. In den letzten Jahren haben sich hier die Grundsätze der verbrennungschirurgischen Therapie im Wesentlichen nicht verändert.

Der zügigen Entfernung der toxischen Nekrosen muss der baldmöglichste Verschluss der „offenen“ Wunden folgen (2, 12). Nach wie vor ist die autologe Spalthaut als flächenförmiges Transplantat („sheet graft“), als Gitternetz mit unterschiedlichen Expansionsraten („mesh grafts“) und als Modifikation in Form der Meek-Technik (2) die gängigste Form der Defektdeckung. So lassen sich abhängig von der Lokalisation der verbrannten Flächen und der Spenderareale bei sinnvoller Operationsstrategie schrittweise bis zu 60% verbrannte Körperoberfläche mit Eigenhaut decken. Zu beachten ist dabei der häufig notwendige perioperative Ersatz von Erythrozyten und plasmatischen Blutbestandteilen zur rechtzeitigen und ausreichenden Optimierung des Hämoglobinwertes und der Gerinnungssituation (2, 3). Ein Abheilen der Spender erlaubt eine mehrfache Gewinnung von Spalthaut.

Lässt die klinische Situation keine sofortige Deckung zu, kann auf eine Vielzahl temporärer Deckungsverfahren zurückgegriffen werden, wie beispielsweise synthetische Materialien, allo- oder xenogene Haut.

Abb. 2 Schnittführung der Escharotomie am Körper

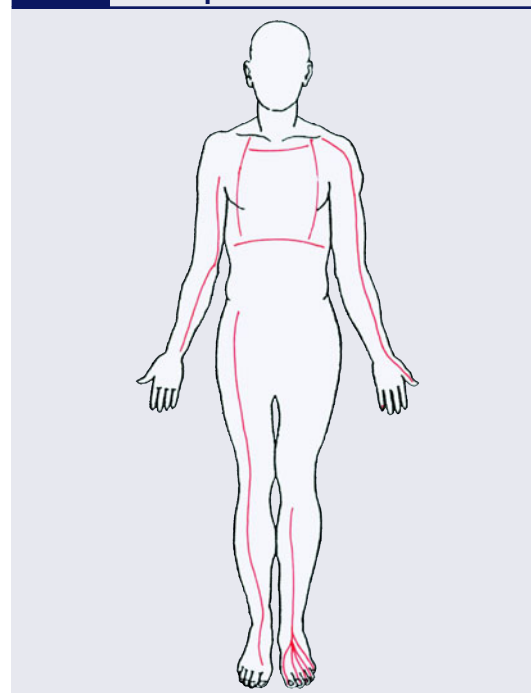


Abb. 3 Escharotomie an Oberarm und Oberkörper



Vollhauttransplantate und Lappenplastiken sind in der Primärtherapie selten indiziert und eignen sich nur bei der Exposition vitaler funktioneller Strukturen oder dem Versuch, Extremitäten zu erhalten.

■ Inhalationstrauma

Bei allen Unfällen in geschlossenen Räumen oder Explosionen mit möglicher Exposition gegenüber heißen oder toxischen Stoffen in

Form von Gas, Rauch oder Aerosol ist bis zum Beweis des Gegenteils von einem Inhalationstrauma (IHT) auszugehen. Typische Symptome sind faziale Verbrennungen, Hustenreiz, Stridor, heisere und belegte Stimme, Chemosis, angesengte Vibrissae, Wimpern und Barthaare. Die Spannweite der klinischen Manifestationen reicht dabei von leichter Dyspnoe bis hin zu akut beatmungspflichtiger respiratorischer Global-

insuffizienz und toxischem pulmonalem Ödem.

Die Art des Inhalationstraumas ist abhängig von Temperatur, physikalischem Zustand, Konzentration und Löslichkeit der Substanz. Meist sind mehrere Noxen beteiligt, und es liegt eine Mischform des Inhalationstraumas vor. Eventuelle bronchoskopische Befunde sind stets mit dem klinischen Bild und regelmäßigen Blutgasuntersuchungen zu korrelieren und erst nach frühestens 24 Stunden von verlässlicher Aussagekraft (36). Ein Inhalationstrauma geht mit einem deutlich erhöhten Flüssigkeitsbedarf einher (15, 16, 23).

Eine isolierte Hitzeschädigung des Oropharynx oder gar tiefer gelegener Abschnitte der Luftwege ist aufgrund der hohen Thermoregulationsfähigkeit der feuchten Schleimhäute selten. Ausnahmen hiervon sind direkter Flammenkontakt und die Inhalation heißer Partikel (z.B. Aerosole, Staub). In diesen Fällen zeigen sich in der klinischen und bronchoskopischen Untersuchung ähnliche Befunde wie bei epidermalen Läsionen (30, 36).

Viele toxische Stoffe können jedoch auch ohne Brandgeschehen eine Schleimhautreizung hervorrufen, deren Folgen von einem interstitiellen Ödem bis hin zur Kompletterlegung der Atemwege reichen können (8). Auch direkte und indirekte Surfactantzerstörung durch lokale Gewebetoxizität sowie Bronchospastik und systemische Effekte sind möglich (26). Lipophile Stoffe verursachen eher Symptome der unteren Atemwegsreizung, während hydrophile Stoffe meist pharyngolaryngeale Symptome nach sich ziehen. Die notfallmedizinische Behandlung besteht in der Sicherung der Atemwege und der Applikation von Sauerstoff (30). Eine auftretende Bronchospastik kann mit lokalen oder systemischen Bronchodilatoren therapiert werden (Theophyllin, Beta-2-Sympathomimetika). Wie oben angeführt, ist von der Gabe von Kortikoiden abzusehen (20).

Unvollständige Verbrennungen kohlenstoffhaltiger Substanzen setzen Kohlenmonoxid (CO) frei. Da dieses eine über 200fach höhere Affinität zum Hämoglobin (Hb) als Sau-

Tab. 5 Formeln zur Flüssigkeitstherapie nach Verbrennungstrauma

	Substanz	Menge	Intervalle
Formeln zur Elektrolytzufuhr			
Parkland (Baxter)	Ringerlaktat	4 ml/kg/% VKOF in 24 h	8/8/16 h
Ludwigshafen	Ringerlaktat	1 ml/kg/% VKOF/Intervall	4/4/8/8 h
modifizierte Brooke	Ringerlaktat	2 ml/kg/% VKOF	24 h
Formeln zur Kolloidzufuhr			
Evans	NaCl + Kolloid	1 ml + 1ml/kg/% VKOF + 2 000 ml Glukose 5%	24 h
Brooke	Ringerlaktat + Kolloid	1,5 ml + 0,5ml/kg/% VKOF + 2 000 ml Glukose 5%	24 h
Slater	Ringerlaktat + FFP	2 000 ml + 75 ml/kg/24h	24 h
hypertone Natriumlösung			
Monafo	NaCl (250 mEq Na/l)	nach Urinausscheidung	
Warden	Ringerlaktat + NaHCO ₃ (180 mEq Na/l)	nach Urinausscheidung	8 h
Dextran-Formel			
Demling	Dextran 40 + Ringerlaktat + FFP	2 ml/kg/h x 8 h + nach Urinausscheidung + 0,5 ml/kg/h x 18 h	18 h

VKOF = verbrannte Körperoberfläche; FFP = fresh frozen plasma

erstoff besitzt, verschiebt sich die Sauerstoffbindungskurve des Hämoglobins nach links und führt zu einer schlechteren Gewebeoxygenierung. Bei den typischerweise „rosigen“ Patienten äußert sich dies ab einem CO-Hb-Gehalt von etwa 10–15% in Kopfschmerzen, Schwindel, Unruhe und Orientierungsverlust. Dies erschwert den Patienten manchmal die Selbstrettung aus Gebäuden oder unübersichtlichen Situationen. Steigt der CO-Hb-Gehalt noch stärker an, entwickeln sich Sehstörungen, Übelkeit, Tachykardie und Tachypnoe über Konvulsionen bis hin zum Koma. Die Therapie besteht wiederum in der Applikation von Sauerstoff, in schweren Fällen gegebenenfalls auch mittels hyperbarer Oxygenierung in der Druckkammer (35, 36, 37) und der Korrektur einer eventuell vorliegenden metabolischen Azidose.

Bei Bränden mit Beteiligung von stickstoffhaltigen Polymeren entsteht Blausäure. Der klassische Bittermandelgeruch ist in der Praxis aber eher selten anzutreffen. Die Symptome ähneln der Kohlenmonoxidvergiftung, allerdings fehlt das rosige Kolorit. Neben der Applikation von reinem Sauerstoff kann mit 4-Dimethylaminophenol (4-DMAP; 3 mg/kgKG i.v.) therapiert werden. Letzteres kann jedoch bei kombinierten Inhalationstraumen trotz modernster Beatmungsmethoden kritisch sein. Zusätzlich kann die Ausscheidung der Zyanidionen durch Komplexbildung mit Natriumthiosulfat (bis 50 g i.v.) erhöht werden (7).

■ Konsiliaruntersuchungen

Die Behandlung Brandverletzter erfordert häufig ein interdisziplinäres Vorgehen (2, 6, 12, 33, 38). Verletzungen mit chemischen Substanzen oder Strahlung ereignen sich meist im industriellen Umfeld und erfordern eine enge Zusammenarbeit mit den entsprechenden Fachabteilungen der Betriebe. Bei Ingestion toxischer oder ätzender Substanzen muss eine entsprechende endoskopische Untersuchung die interdisziplinäre Zusammenarbeit ergänzen, bei Explosionsverletzungen sollte ein Hals-Nasen-Ohren-

Tab. 6 Einteilung der Verbrennungstiefen

Verbrennungs-grad	Verbrennungs-tiefe	Symptome
Grad 1	epidermal	Rötung, Schwellung, starker Schmerz, trockene Wunde
Grad 2a	oberflächlich dermal	Rötung, Blasenbildung, starker Schmerz, feuchter, hyperämischer Wundgrund (Glasspatelprobe positiv)
Grad 2b	tief dermal	Blasenbildung, fetzenförmige Epidermolyse, feuchter, blasser Wundgrund (Glasspatelprobe negativ)
Grad 3	komplett dermal	lederartig, keine Schmerzen (Nadelstichprobe), weiße/bräunliche Wunde (Glasspatelprobe negativ)
Grad 4	subdermal	Verkohlung, Beteiligung von Knochen, Sehnen, Muskeln

ärztliches Konsil stattfinden. Die epidermolytischen Erkrankungen aus dem allergischen Formenkreis können eine Zusammenarbeit mit einem Dermatologen sinnvoll machen. Auch aus forensischen Gründen sind bei Läsionen in Gesicht und Genitalbereich ophtalmologische und urologische Konsiliaruntersuchungen durchzuführen. Nicht selten sind suizidale Situationen in der Vorgeschichte zu erfragen (in Großstädten > 10%). Oft muss daher abhängig vom Bewusstseinszustand ein internistisches, neurologisches oder auch psychiatrisches Konsil veranlasst werden. Ein eventuell notwendiges richterliches Betreuungsverfahren ist rechtzeitig in die Wege zu leiten.

■ Fazit für die Praxis

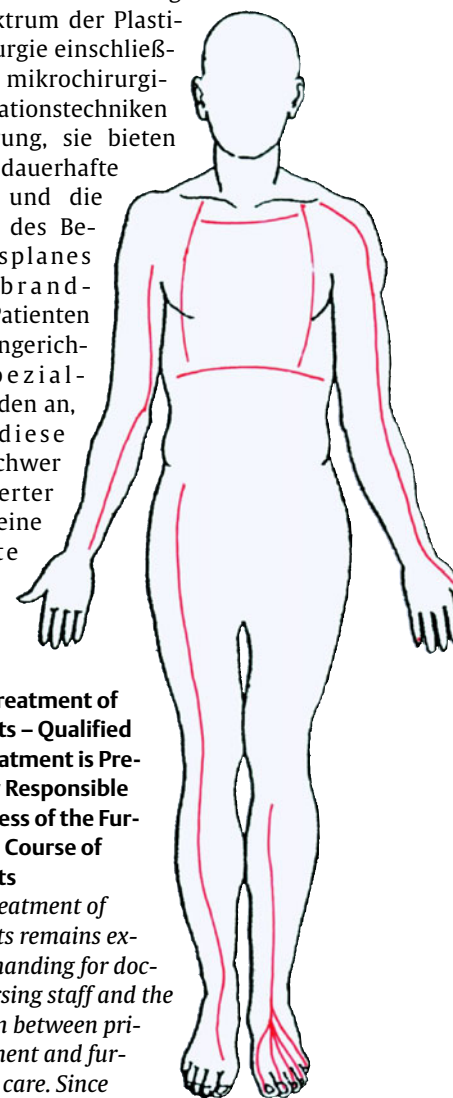
Die Akutversorgung von Brandverletzten stellt höchste Anforderungen an den Arzt, die Pflegekräfte und die Logistik zwischen Erstversorgung und weiterführender klinischer Behandlung. Aufgrund der relativen Seltenheit derartiger Notfälle kann ein strukturiertes Vorgehen die sichere und schnelle Patientenversorgung sicherstellen, wenn dabei die besonderen Umstände des Einzelfalls nicht außer Acht gelassen werden. Denn gerade von der qualifizierten Erstversorgung eines brandverletzten Patienten hängt der Erfolg einer weiteren Therapie ab. Trotz der unbefriedigenden Gesamtprognose von Schwerbrandverletzten kann die Berücksichtigung der pathophysiologischen Grundsätze und vorausschauendes, interdisziplinäres Arbeiten die Überlebens-

wahrscheinlichkeit im Einzelfall sowie den Heilungsverlauf unmittelbar verbessern.

Moderne Brandverletztenzentren gewährleisten heute nicht nur Kontinuität in der Behandlung der Patienten und stellen das gesamte Spektrum der Plastischen Chirurgie einschließlich aller mikrochirurgischen Operationstechniken zur Verfügung, sie bieten auch die dauerhafte Betreuung und die Einhaltung des Behandlungsplanes schwer brandverletzter Patienten in dafür eingerichteten Spezialprechstunden an, um für diese Gruppe schwer traumatisierter Patienten eine dauerhafte Anlaufstelle zu bieten.

The Acute Treatment of Burn Patients – Qualified Primary Treatment is Predominantly Responsible for the Success of the Further Clinical Course of Burn Patients

The acute treatment of burn patients remains extremely demanding for doctors, the nursing staff and the coordination between primary treatment and further clinical care. Since



such cases of emergency are rare, a structured procedure ensures a fast and a certain provision of care. Qualified primary treatment is predominantly responsible for the success of the further clinical course of burn patients. In spite of the still unsatisfying prognosis of burn patients, the probability to survive and the healing will be improved by interdisciplinary cooperation based on wound knowledge of the undergoing pathophysiology.

Key words

burn – treatment – secondary reconstruction

Literatur bei der Redaktion / im Internet unter www.klinikarzt.info

Anschrift für die Verfasser

Dr. Henning Frhr. v. Gregory
Klinik für Hand-, Plastische- und Rekonstruktive Chirurgie
Schwerbrandverletzzentrum
Berufsgenossenschaftliche Unfallklinik
Ludwigshafen
Plastische und Handchirurgie
der Universität Heidelberg
Ludwig-Guttman-Str. 13
67071 Ludwigshafen

Abonnementspreise 2006

Neue Bezugsbedingungen

Der Verlag bemüht sich stets, die Bezugspreise für Abonnements stabil zu halten. Leider müssen wir jedoch mit dem Jahrgang 2006 die Preise etwas anheben, um einen Teil der stark gestiegenen Herstellungskosten abzudecken.

Die neuen Bezugsbedingungen für das Abonnement des **klinikarzt** im Jahr 2006:

Jahresabonnement 96,00 Euro inkl. MwSt. und Versandkosten. Ermäßigtes Jahresabonnement nur gegen Nachweis und Bankeinzug für Medizinstudenten 46,00 Euro inkl. MwSt. und Versandkosten; im Ausland zuzüglich Versandkosten (cash with order) 22,80 Euro (Europa) bzw. 56,80 Euro (Airlift). Das Einzelheft kostet 13,00 Euro zuzüglich Versandkosten.

Georg Thieme Verlag KG
Rüdigerstraße 14
70469 Stuttgart
Telefon (07 11) 89 31-0
Telefax (07 11) 89 31-2 98

Verlag und Copyright:
Georg Thieme Verlag KG, Stuttgart

Managing Editors:
Adolf Grünert, Ulm
Winfried Hardinghaus, Osnabrück
Matthias Leschke, Esslingen
Burckart Stegemann, Hagen
Achim Weizel, Mannheim

Wissenschaftliche Beiräte:
Anästhesiologie: Reiner Dölp, Fulda; **Chirurgie:** Rainer Engemann, Aschaffenburg; Karl-Joseph Paquet, Bad Kissingen; **Dermatologie:** Hans F. Merk, Aachen; **Endokrinologie:** Klaus-Henning Usadel, Frankfurt; **Ernährung:** Adolf Grünert, Ulm; **Gastroenterologie:** Gerald Holtmann, Essen; **Gynäkologie/Geburtshilfe:** Matthias W. Beckmann, Erlangen; **Herz- und Thoraxchirurgie:** Bruno Reichart, München; **Hämatologie:** Hermann Heimpel, Ulm; **HNO:** Wolfgang Stoll, Münster; **Immunpharmakologie:** Ulrich Kleeberg, Berlin; **Innere Medizin:** Wolfram Domschke, Münster; Eckhart G. Hahn, Erlangen; **Intensivmedizin:** Jürgen E. Schmitz, Wiesbaden; **Kardiologie:** Berndt Lüderitz, Bonn; Thomas Meinertz, Hamburg; **Klinikhygiene:** Franz Daschner, Freiburg; **Klinische Chemie:** Klaus Dörner, Kiel; **Klinische Pharmakologie:** Martin Wehling, Mannheim; **Med. Statistik und Dokumentation:** Wilhelm Gaus, Ulm; **Mund-Kiefer-Gesichts-Chirurgie:** Rainer Schmelzeisen, Freiburg; **Nephrologie:** Konrad Andrassy, Heidelberg; **Neurologie:** Eberhard Schneider, Hamburg; **Onkologie:** Rainer Souchon, Hagen; Clemens Unger, Freiburg; **Ophthalmologie:** Gerhard K. Lang, Ulm; **Orthopädie:** Wolfgang Pförringer, München; **Pädiatrie:** Friedrich C. Sitzmann, Homburg/Saar; **Palliativmedizin:** Eberhard Klaschik, Bonn; **Pulmologie:** Gerhard Schultze-Werninghaus, Bochum; **Psychiatrie:** Hans-Jürgen Möller, München; **Psychosomatik:** Ernst Petzold, Aachen; **Qualitätsmanagement:** Behrend Behrends, Berlin; **Radiologie:** Ingolf P. Arlart, Stuttgart; **Strahlentherapie:** Michael Wannemacher, Heidelberg; **Thorax- und Gefäßchirurgie:** Ludger Sunder-Plassmann, Ulm; **Traumatologie:** Lothar Kinzl, Ulm; **Urologie:** Lothar Hertle, Münster

Manuskriptrichtlinien:
Es werden nur unveröffentlichte Manuskripte angenommen, die auch nicht gleichzeitig an anderer Stelle zur Veröffentlichung eingereicht sein dürfen. Autorenrichtlinien können beim Verlag angefordert werden. Für unaufgefordert eingesandte Manuskripte wird keine Haftung übernommen. Der Verlag geht davon aus, dass der Autor für alle zur Publikation eingereichten Abbildungen das Veröffentlichungsrecht hat. Der Verlag behält sich vor, Leserbriefe gekürzt wiederzugeben. Die eingereichten Arbeiten für Editorial, Schwerpunkt und Übersicht werden einem peer review der Schriftleitung unterzogen. Der Inhalt der übrigen Rubriken und der Supplements liegt in der Verantwortung der Redaktion.

Copyright 2005:
Mit dem Abdruck des Beitrages erwirbt der Verlag das alleinige und ausschließliche Recht für die Veröffentlichung in sämtlichen Publikumsmedien sowie Übersetzungen in fremde Sprachen. Nachdruck, fotomechanische Wiedergabe und Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen, auch auszugsweise, nur nach schriftlicher Genehmigung des Verlags. Die Abbildungen in den Beiträgen stammen, wenn im Inhaltsverzeichnis (s. o.) nicht anders vermerkt, von den jeweiligen Autoren.

Redakteurin:
Stephanie Schikora, Telefon (07 11) 89 31-4 16
E-Mail: stephanie.schikora@thieme.de

Redaktionsleitung:
Günther Buck, Telefon (07 11) 89 31-4 40

Redaktionsassistentin:
Sabine Bischoff, Telefon (07 11) 89 31-5 51
Telefax (07 11) 89 31-3 22



Organ der
Deutschen Gesellschaft
für Interdisziplinäre
Klinische Medizin
Telefon (07 11) 89 31-4 16
Telefax (07 11) 89 31-3 22

Internet-Adresse:
<http://www.thieme.de>; <http://www.klinikarzt.info>

Verantwortlich für den Anzeigenteil:
pharmedia, Anzeigen- und Verlagsservice GmbH

Anzeigenleitung:
Greta Weller, Telefon (07 11) 89 31-304
E-Mail: greta.weller@pharmedia.de

Zeitschriftenvertrieb:
Telefon (07 11) 89 31-3 21

Zurzeit gilt die Anzeigenpreisliste vom 1.10.2004

Herstellung:
Werner Schulz, Telefon (07 11) 89 31-331

Satz, Grafik, Layout:
Wolfgang Eckl, Werner Schulz, Karl-Heinz Zobel

Druck: Konradin Druck GmbH,
70771 Leinfelden-Echterdingen
34. Jahrgang

Druckauflage: 23 000 Exemplare;
Breitete Auflage: 22 100 Exemplare,
(lt. IVW 2/96)

Erscheinungsweise: monatlich

Bestellungen:
Über den Buchhandel oder direkt beim Verlag.

Bankverbindung:
Deutsche Bank Stuttgart,
BLZ 600 700 70, Kto.-Nr. 1420 017
Landesbank Baden-Württemberg,
BLZ 600 501 01, Kto.-Nr. 2 055 723
Postgiro Stuttgart
BLZ 600 100 70, Kto.-Nr. 450 00-705

Bezugsbedingungen:
Einzelheft € 11,50 inkl. Porto.
Jahresabonnement € 93,- inkl. MwSt. und Porto.
Für Medizinstudenten gegen Nachweis und Bankeinzug € 45,- inkl. MwSt. und Porto. Ausland zuzügl. Porto € 19,80 (Europa) bzw. 52,80 (Airlift) (cash with order).
Für die Mitglieder der DGIM ist der Bezug der Zeitschrift im Mitgliedsbeitrag enthalten. Der Abonnementpreis umfasst 12 Kalendermonate (Mindestlaufzeit). Abonnements laufen weiter, wenn nicht 3 Monate vor Jahresfrist eine Abbestellung beim Verlag vorliegt. Bei Nichtbelieferung im Falle höherer Gewalt, bei Störungen des Betriebsfriedens, Arbeitskampf (Streik, Aussperrung) bestehen keine Ansprüche gegen den Verlag.

IA-MED Mitglied der Arbeitsgemeinschaft
Leseranalyse medizinischer Zeitschriften e.V.

Regularly listed in EMBASE/Excerpta Medica

Hinweis: Wie jede Wissenschaft ist die Medizin ständigen Entwicklungen unterworfen. Forschung und klinische Erfahrung erweitern unsere Erkenntnisse, insbesondere was Behandlung, medikamentöse Therapie sowie Diagnostik (Laborwerte etc.) anbelangt. Soweit in dieser Zeitschrift Dosierungen, Applikationen oder Laborwerte erwähnt werden, darf der Leser zwar darauf vertrauen, dass Autoren, Herausgeber und Verlag große Sorgfalt darauf verwandt haben, dass diese Angaben dem Wissensstand bei Fertigstellung entsprechen. Für Angaben über Dosierungsanweisungen, Applikationsformen und Laborwerte kann vom Verlag jedoch keine Gewähr übernommen werden. Jeder Benutzer ist angehalten, durch sorgfältige Prüfung der Beipackzettel der verwendeten Präparate und ggf. nach Konsultation eines Spezialisten festzustellen, ob die dort gegebene Empfehlung für Dosierungen oder die Beachtung von Kontraindikationen gegenüber der Angabe in dieser Zeitschrift abweicht. Eine solche Prüfung ist besonders wichtig bei selten verwendeten Präparaten oder solchen, die neu auf den Markt gebracht worden sind. Jede Dosierung oder Applikation erfolgt auf eigene Gefahr des Benutzers. Laborwerte müssen immer auf ihre Plausibilität geprüft werden und sind abhängig vom jeweiligen Testgerät bzw. Testkit. Autoren und Verlag appellieren an jeden Benutzer, ihm auffallende Ungenauigkeiten dem Verlag mitzuteilen.