



Der Verbrennungsnotfall – Teil 3 Behandlung des Inhalationstraumas

Autoren: Dr. med. Mario Krammel, NFS-NKI Jürgen Grassl MSc, Fotos: FF Gänserndorf

Die führende Todesursache bei Bränden ist nicht die thermische Verletzung selbst, sondern oftmals die Folge eines Inhalationstraumas. Durch das oft dramatische Erscheinungsbild der Verbrennung können zusätzliche Begleitverletzungen wie ein Inhalationstrauma jedoch sehr leicht übersehen werden. Das Inhalationstrauma ist in bis zu 80 % der am Brandort verstorbenen Patienten die verantwortliche Todesursache und beeinflusst die Prognose von Brandverletzten durch eine Zunahme der Sterblichkeitsrate deutlich. [1] Schätzungen in der Literatur gehen davon aus, dass etwa 20 – 30 % der Verbrennungsoffer ein Inhalationstrauma erleiden. [2]

Jeder Patient, der bei einem Zimmerbrand Rauchgasen ausgesetzt war, ist grundsätzlich als Risikopatient einzustufen. Jeder Patient, der eine Verbrennung im Gesicht erlitten hat (versengte Augenbrauen, Wimpern, Bart- oder Nasenhaare), oder Rußpartikel im Auswurf aufweist, auch wenn er noch keine klinischen Anzeichen für ein Inhalationstrauma aufweist, ist als potenzieller Risikopatient für ein Inhalationstrauma zu behandeln.

Klinische Hinweise für das mögliche Vorliegen eines Inhalationstraumas [3]:

- Brandverletzungen in der Kopf-Hals-Region
- Rußablagerungen an den Lippen und den Schleimhäuten
- Tränenfluss
- Husten
- Heiserkeit
- Atemnot (Dyspnoe)
- Blaufärbung von Haut und Schleimhäuten (Zyanose)
- Bewusstseinsverlust



Foto: PHILIS Austria

Abb. 2: Ein Patient mit schweren Verbrennungen und Inhalationstrauma. Deutlich zu sehen: Beatmungsschlauch, Magensonde, versengte Augenbrauen und Wimpern, Verbrennungen im Gesichtsbereich sowie Rußpartikel im Nasen- und Mundbereich.

Abb.1: Versorgung eines Patienten mit Inhalationstrauma und einer Verbrennung am Unterarm



Pathophysiologie

Für alle Bestandteile von Rauchgasen gilt allgemein, dass sie der Gesundheit des Menschen massiv schaden können. Die Schädigung des Atmungstraktes kann auf drei Arten erfolgen: die thermische Verletzung (Hitzeinhalation), das Erstickten (Asphyxie) und die oft verspätete schadstoffinduzierte Lungenschädigung (toxisches Lungenödem). [2] Jede Rauchgasinhalation bewirkt eine unterschiedliche Kombination dieser drei Komponenten.

Erstickten (Asphyxie)

Kohlendioxid (CO₂) ist ein erstickend wirkendes Gas. Es ist schwerer als Luft und seine Gefährlichkeit besteht darin, dass es den Sauerstoff in der Einatemluft verdrängt. Es entsteht bei der Verbrennung organischer Stoffe mit ausreichenden Mengen Sauerstoff. Bekannt ist es

auch als „Gärgas“, das in Weinkellern entsteht. CO₂ selbst hat keine Giftwirkung, es setzt „nur“ den Sauerstoffgehalt in der Einatemluft herab.

Kohlenmonoxid (CO) ist ein ausgesprochen gefährliches Gas, das uns im Feuerwehrdienst immer wieder begegnet. Es ist geruch- und geschmacklos, ohne Reizkomponente, etwas leichter als Luft und entsteht unter anderem bei einer unvollständigen Verbrennung kohlenstoffhaltiger Materialien. Als flüchtiges Gas kann es auch über Spalten durch Decken und Wände dringen.

CO bindet etwa 250 mal stärker an das rote Blutkörperchen als Sauerstoff dies tut. Es verdrängt somit den Sauerstoff aus seiner Bindung mit dem roten Blutfarbstoff (Hämoglobin) und macht dadurch den Transport von Sauerstoff zu den Geweben unmöglich. Klinisch manifestiert sich der Sauerstoffmangel vor allem am zentralen Nervensystem. Die Symptome niedriger CO-Konzentrationen im Blut sind uncharakteristisch und reichen von Übelkeit und Schwindel über Desorientiertheit und Schläfrigkeit bis hin zur Bewusstlosigkeit.

Bei höherem CO-Gehalt kommt es dann zu Sehstörungen, einem erhöh-

ten Herzschlag (Tachykardie) und einer schnelleren Atemfrequenz (Tachypnoe) über Krampfanfälle bis hin zum Koma.

Aufgrund der hohen Bindungsaffinität von Kohlenmonoxid zum Hämoglobin führen bereits weniger als 0,5 Vol % CO in der Atemluft innerhalb weniger Minuten zum Tode (siehe Tabelle 1).

Eine weitere wesentliche Gefahr ist seine Brennbarkeit. In Mischung mit Luft bildet es ein explosionsfähiges Gemisch und ist an den Effekten „Backdraft“ und „Flashover“ beteiligt.

Wenn der Patient einfach nur aus der vergifteten Atmosphäre gerettet wird und Raumluft mit 21 Vol. % Sauerstoff atmet, dauert es bis zu sieben Stunden, bis die CO-Hämoglobin-Konzentration wieder einen sicheren Level erreicht hat. Atmet der Patient 100 % Sauerstoff über eine Sauerstoffmaske mit Reservoir, wird diese Zeit auf 90 bis 120 Minuten reduziert. Das Nutzen einer hyperbaren Sauerstofftherapie in einer Druckkammer wie sie auch bei Tauchunfällen ein-

CO-Atemluftkonzentration		Symptome
(Vol%)	(ppm)	
0,005	50	Keine Gesundheitsgefährdung zu erwarten
0,01	100	Nach mehreren Stunden leichte Kopfschmerzen
0,05	500	Nach mehreren Stunden heftige Kopfschmerzen, Schwindel, Ohnmachtsneigung
0,1–0,2	1000–2000	Tod nach 30 Minuten
0,3–0,5	3000–5000	In wenigen Minuten Tod durch Atemlähmung und Herzversagen

Tabelle 1: Symptome in Abhängigkeit von der Kohlenmonoxidkonzentration in der Atemluft. Modifiziert nach Schönemann, Adam [4]

gesetzt wird (100 % Sauerstoff bei 2.500 hPa Luftdruck) sinkt diese Zeit auf 30 Minuten.

Gerade der Sauerstoffmangel (Hypoxämie) lässt sich bei der Kohlenmonoxidvergiftung mit den herkömmlichen im Rettungsdienst und auch bei einigen Feuerwehren verwendeten Pulsoxymetern (Geräten, die die Sauerstoffsättigung des Patienten ermitteln) nicht feststellen. Die Mehrheit der derzeit im Einsatz befindlichen Geräte kann nicht unterscheiden, ob die roten Blutkörperchen

mit Sauerstoff oder Kohlendioxid beladen sind und zeigen daher trotz bestehender Kohlenmonoxidvergiftung eine „normal“ hohe Sauerstoffsättigung an. Das Hauptproblem stellen somit Opfer dar, die sich primär nicht krank fühlen, bei der klinischen Untersuchung in Anbetracht der Ausnahmesituation unauffällig sind und trotzdem eine Kohlenmonoxidvergiftung aufweisen. Patienten, die von der Feuerwehr aus dem Brandobjekt gerettet werden und Rauchgasen ausgesetzt waren, müssen daher im-

Anzeige

Integrierte Kommunikation.

Im Einsatz. Und danach.

Die Aufgaben der Feuerwehr werden umfangreicher, die Technik komplexer. Mit moderner Informationstechnologie unterstützen wir die Einsatzkräfte. Das Informationsmanagementsystem EMEREC verbessert das mobile Einsatzmanagement. service4fire.com dokumentiert den Betriebszustand von Fahrzeugen und Geräten. Unsere Lösungen setzen Maßstäbe in der Kommunikation zwischen Mensch und Technik! Mehr auf www.service4fire.com, www.emerec.com, www.rosenbauer.com.

 **rosenbauer**

mer dem Rettungsdienst (Notarzt) zur weiteren Behandlung übergeben werden.

Schadstoffinduzierte Lungenschädigung

Brandrauch kann hunderte giftige Chemikalien enthalten, die die empfindlichen Lungenbläschen schädigen. Die thermische und erstickende Komponente eines Inhalationstraumas sind üblicherweise zum Zeitpunkt des Eintreffens der Feuerwehr bereits ersichtlich. Im Gegensatz dazu manifestieren sich schadstoffbedingte Lungenschäden (das toxische Lungenödem) oft erst nach Stunden bis Tagen.

Das Inhalationstrauma kann auf unterschiedliche schädigende Stoffe (Noxen) zurückzuführen sein. Häufig handelt es sich auch um ein multifaktorielles Geschehen, bei dem unterschiedliche Substanzgruppen ursächlich sind. Die am Unfallort entstehenden Brandgase sind heterogene Substanzgemische, deren Zusammensetzung von der Art der verbrannten Materialien abhängt. [5] Das Ausmaß der Schädigung ist neben der Art der Noxe sowie der Dauer der Exposition von der Konzentration und der Löslichkeit der Substanzen abhängig.

Aus 10 kg Weichschaum (Polyethylen, Polyvinylchlorid, Polyurethan) entstehen 23.000 m³ Rauch. Es können folgende Erstickungs- und Reizgase, als toxische Verbrennungsprodukte entstehen [2]:

- Aldehyde aus: Holz, Papier, Zellulose, Polstermaterial, Acrylkunststoffen
- Stickoxide/Nitrose-gase aus: Zelluloid, Papier, Holzprodukten
- Chlorwasserstoff aus: PVC, Polyester, Textilien, Acrylkunststoffen
- Schwefeldioxid aus: Gummi
- Ammoniak aus: Polyamid (Nylon), Kunstharzen, Wolle, Seide
- Phosgen aus: PVC

Thermische Verletzung - Hitzeinhalation

Verletzungen durch eingeatmete Hitze sind auf die oberen Atemwege begrenzt, da eine direkte Flammenwirkung auf das Gesicht oder das Einatmen heißer Gase zu keinem Hitzetransport bis hinunter zum Lungengewebe führt. [2] Eine Ausnahme davon stellt die Inhalation heißer

Dämpfe dar. Im Bereich der oberen Atemwege kommt es durch die Hitzeeinwirkung zu einer Schwellung wie bei einer oberflächlichen Verbrennung. Dies kann zu einer kompletten Atemwegsverlegung und zum Tod des Patienten führen. Geschwollene Lippen und Heiserkeit sind erste Hinweise für eine thermische Schädigung und stellen einen Warnhinweis dar. Ein Stridor (laute Einatemgeräusche) und/oder bellender Husten sind Anzeichen für eine ernste Schwellung mit einer bevorstehenden Atemwegsverlegung.

Therapie

Bevor eine Patientenversorgung eingeleitet werden kann, muss dieser von der Feuerwehr unter Beachtung der eigenen Sicherheit, aus dem Gefahrenbereich gerettet werden.

- General Impression – Notfallcheck
Ist der Patient ansprechbar? Atmet er? Wie ist der Ersteindruck?
- Die richtige Lagerung:
 - Wache, ansprechbare Patienten lagern Sie mit 90 Grad erhöhtem Oberkörper, dies begünstigt die Atmung des Patienten (siehe Abbildung 1).
 - Bewusstlose Patienten werden in die stabile Seitenlage gebracht.
 - Patienten ohne Atmung und Kreislaufzeichen werden zur Durchführung der Wiederbelebungsmaßnahmen auf einer harten Unterlage am Rücken gelagert.
- Sauerstoffgabe – eine wichtige Therapie stellt die frühzeitige, hochdosierte Sauerstoffgabe dar. Verabreichen Sie (je nach Ausbildungsstand und lokalen Protokollen) dem wachen und auch dem bewusstlosen Patienten Sauerstoff über eine Maske mit Reservoir und einem Flow von 15 l/min. Wenn möglich schließen sie auch im Rahmen der Herz-Lungen-Wiederbelebungsmaßnahmen Sauerstoff an den Beatmungsbeutel an.
- Achten Sie auf klinische Zeichen eines Inhalationstraumas.
- Die Verabreichung von Cortisonsprays wie zum Beispiel Pulmicort® oder Becotide® wird nach derzeitigem medizinischen Wissensstand kontrovers diskutiert und kann nicht als Standardempfehlung gelten. [2]
- Versorgen Sie Begleitverletzungen und achten Sie auf einen Wärmehalt.

Durch den starken und negativen Einfluss eines Inhalationstraumas auf das Überleben eines Brandverletzten bedarf das Inhalationstrauma bereits bei der Erstversorgung am Unfallort umfassender therapeutischer Maßnahmen. Die Sauerstoffapplikation hat möglichst frühzeitig zu erfolgen. Wenn möglich sollten Brandverletzte mit Inhalationstrauma primär in ein Brandverletzentzentrum gebracht werden.

Literatur:

[1] Hirschler MM (1990) General principles of fire hazard and the role of smoke toxicity. In: Fire and Polymers: Hazards Identification and Prevention" (Ed. G.L. Nelson), ACS Symposium Series 425, Amer.Chem.Soc., Washington, DC, Chapter 28, p.462-478

[2] Hoppe U., Klose R. (2005) Das Inhalationstrauma bei Verbrennungspatienten: Diagnostik und Therapie. Intensivmedizin; 42:425-429

[3] Siemers F., Mailänder P. (2010) Inhalationstrauma, Kohlenmonoxid- und Cyanidintoxikation. Notfall- und Rettungsmedizin; 1-5

[4] Schönemann B, Adam HJ (2009) Kohlenmonoxidvergiftung – Wichtige Differentialdiagnosen bei Bewusstseinsstörungen. Notfall- und Rettungsmedizin 12:370:382

[5] Voeltz P (1995) Inhalationstrauma. Unfallchirurg 98:187-192

Weitere Literatur:

Campbell J. Präklinische Traumatologie - 6. aktualisierte Auflage; Kapt. 16;270-293; Pearson Verlag, München 2009

Präklinisches Traumamanagement – Das PHTLS Konzept; Kapt. 13;326-343 – Urban & Fischer Verlag, München 2009



Rauchgase - die tödliche Gefahr bei Brandeinsätzen